Jenaische Zeitschrift

für

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft

zu Jena.

Siebenzehnter Band.

Neue Folge, Zehnter Band.

Mit 12 Tafeln.

Jena,

Verlag von Gustav Fischer

1884.

Inhalt.

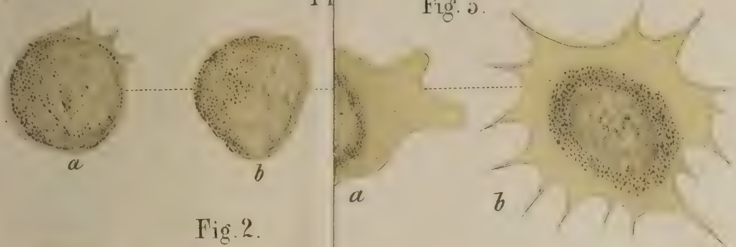




Fig. 3.

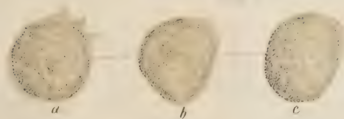
a b d

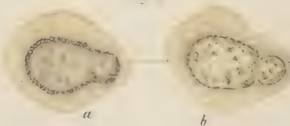
Fi

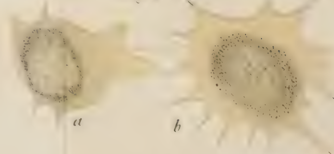


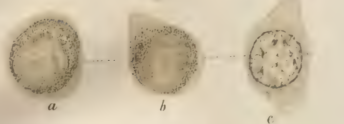
K. Frommann del.

Lith. Anst. v. G. C. Müller, Jena.

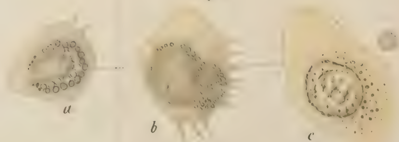




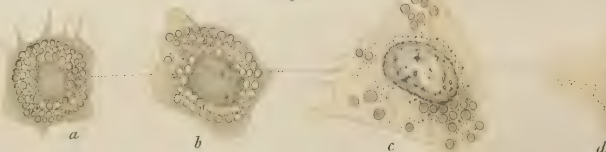


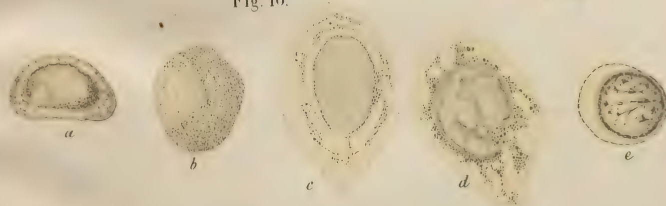


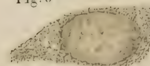


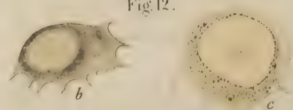


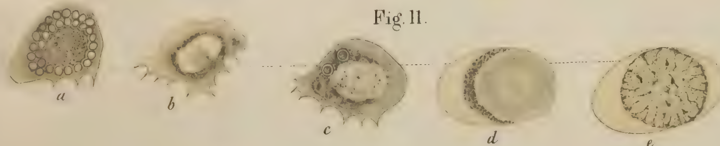


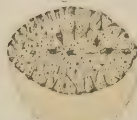


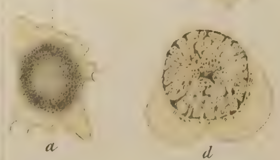




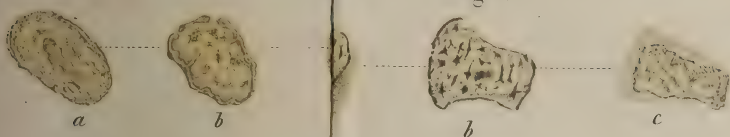








Verlag v. Gustav Fischer Jena.



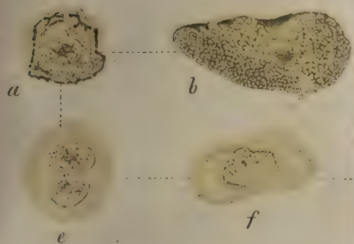
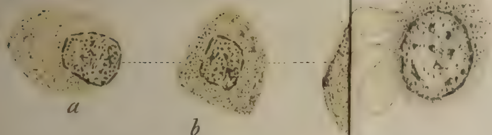
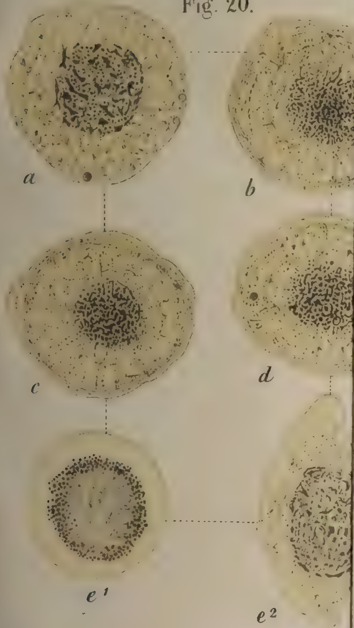
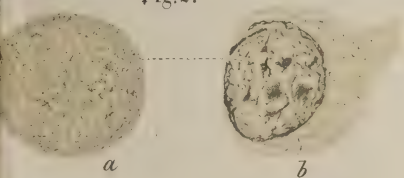


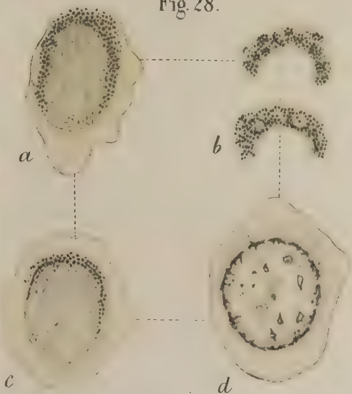
Fig. 30.

Fig. 29.

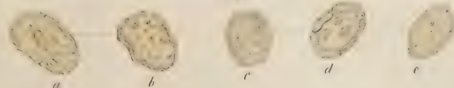








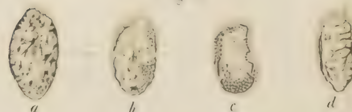
…mmann del. Lith. Anst. v. G. C. Müller, Jena.

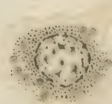


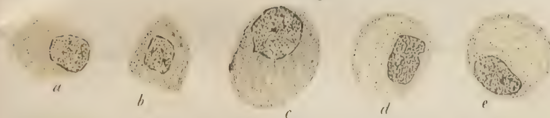


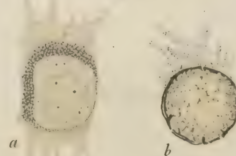






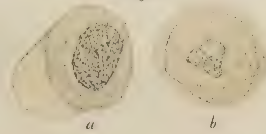




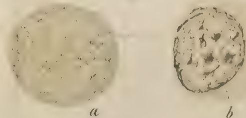


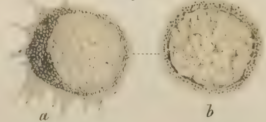


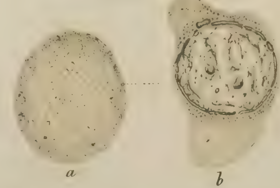












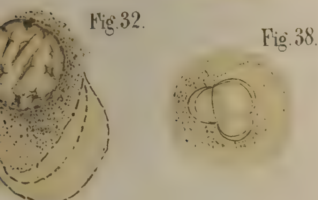


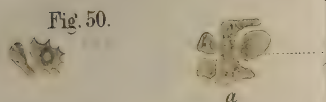


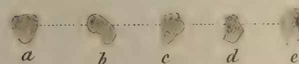
Verlag v. Gustav Fischer i. Jena.

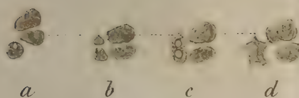
Lith. Anst. v. ... Müller Jena.

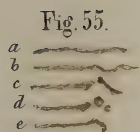


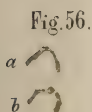


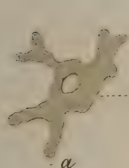


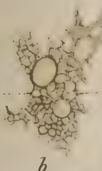




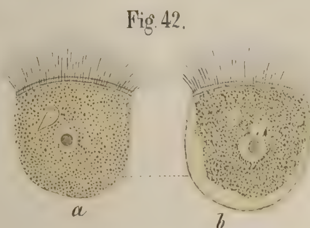




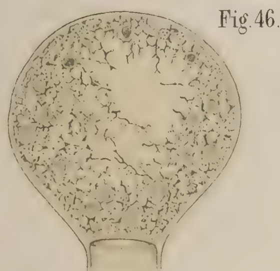


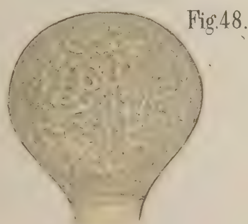












ann del.

Lith. Anst. v. G. C. Müller, Jena


Fig. 31.
Fig. 33.
a
b
Fig. 34.
a
b
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 37.
a
b
Fig. 32.
Fig. 38.
Fig. 39.
a
b
Fig. 40.
a
b
Fig. 41.
Fig. 42.
a
b
Fig. 50.
Fig. 51.
a
b
c
Fig. 53.
a
b
c
d
Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 52.
a
b
c
d
e
f
g
h
i
k
l
m
n
Fig. 54.
a
b
c
d
e
f
g
h
Fig. 60.
a
b
Fig. 45.
Fig. 46.
Fig. 59.
a
b
c
d
Fig. 55.
a
b
c
d
e
Fig. 56.
a
b
Fig. 57.
a
b
c
d
Fig. 58.
a
b
c
d
Fig. 49.
Fig. 47.
Fig. 48.
Fig. 61.
a
b
c
d

Untersuchungen
über
Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen thierischer und pflanzlicher Zellen.

Von

Prof. Dr. C. Frommann.

Mit Tafel I—III.

I. Spontan und nach Einwirkung physikalischer und chemischer Agentien eintretende Veränderungen der Krebsblutkörper.

1) Spontan eintretende Umbildungen der Krebsblutkörper.

Die spontan eintretenden Umbildungen der Krebsblutkörper sind von Heitzmann und mir bereits früher geschildert worden. Da in Betreff der Bildung des Kerns aus der Kernanlage, der Veränderungen der Körner, der Betheiligung der Körner und Körnchen an Bildung des Kerns wie in Betreff der nachträglichen Veränderungen der Zellen meine früheren Beobachtungen sehr wesentliche Erweiterungen und Zusätze erfahren haben, schien es zweckmässiger, statt der Besprechung der letzteren mit blosser Bezugnahme auf die früheren Beobachtungen eine neue, zusammenhängende Darstellung der in den Zellen ablaufenden Vorgänge zu geben.

Die im frischen Blut vom lebenden Thier enthaltenen Zellen zeigen sehr auffallende Verschiedenheiten nach ihrer Grösse und

Form, nach Beschaffenheit des Zellkörpers und seiner Befähigung zu amöboiden Bewegungen wie nach Vorhandensein oder Fehlen eines deutlichen Kerns. Am verbreitetsten finden sich die folgenden 2 Zellformen:

1) Körner und Körnchenzellen, denen ein deutlicher und wohl abgegrenzter Kern in der Regel fehlt und deren Körner und Körnchen unter mehr oder weniger lebhaften amöboiden Bewegungen des Zellkörpers sich verflüssigen, während sich ein Kern mit deutlicher Hülle und Stroma entwickelt und 2) Zellen mit glänzendem, von einer mehr oder minder mächtigen Schicht hyalinen Plasmas umgebenen Kern, an denen Strukturveränderungen nicht eintreten.

1) Körner- und Körnchenzellen.

Der bei Weitem grösste Theil des Zellkörpers der Körnerzellen wird eingenommen von derben, runden, ovalen oder 3—6-eckigen einfach brechenden Körnern, welche durch ihren starken Glanz, ihre Grösse und gelbliche Färbung sehr auffallend vortreten und, wie sich dies an rotirenden Zellen leicht erkennen lässt, bald einen rundlichen oder ovalen compakten Haufen mit häufig höckriger Oberfläche bilden, bald eine flachere, linsenförmige Schicht, die nach den Rändern hin an Dicke abnimmt oder im Bereiche eines Theils ihres Umfangs sich wieder wulstig verdickt. Einzelne Körnerhaufen besitzen eine abweichende Form, sind annähernd hufeisenförmig gekrümmt oder in der Mitte mehr oder weniger tief eingeschnürt oder es hat sich von der Hauptmasse der Körner eine kleine Portion unvollständig abgeschnürt und hängt mit der letzteren durch einen kurzen Stiel hyalinen Plasmas zusammen. Kleine Klumpen körnerhaltigen Plasmas ohne Kern oder Kernanlage, die vereinzelt frei in der Blutflüssigkeit suspendirt sind, weisen darauf hin, dass es unter Umständen zu einer völligen Abschnürung kommen kann. Fasst man die einzelnen Körner schärfer in's Auge, so sieht man benachbarte nicht nur untereinander durch feine Fäden verbunden, welche die schmalen Spalten zwischen ihnen durchsetzen und überbrücken, sondern man sieht ähnliche Fäden auch über einzelne der Körner hinwegziehen, dieselben umstricken. Das den Körnerhaufen vollständig oder theilweise umschliessende homogene Plasma, das Hyaloplasma, tritt bald in Form einer schmalen, schalenartigen Hülle vor, bald in Form isolirter oder von der

letzteren ausgehender strahliger, zackiger oder buckelförmiger, in mehr oder weniger lebhaftem Formenwechsel begriffener Fortsätze und füllt die Spalträume wie vereinzelte grössere Lücken zwischen den Körnern und Körnchen.

Im Innern der Körnerhaufen, ganz oder theilweise von ihnen umschlossen, findet sich nur selten ein deutlicher Kern, dessen Hülle und Stroma blass und nur ganz ausnahmsweise glänzend sind. In der Regel umschliesst dagegen der Körnerhaufe mehr oder weniger vollständig einen blassen, grauen, meist runden oder ovalen, mitunter birnförmigen oder kurzcylindrischen Körper. Ich habe denselben als Kernanlage bezeichnet, weil er aus kernbildender Substanz besteht und aus ihm allein oder unter nachweislicher Betheiligung der Körner oder Körnchen sich erst ein scharf vortretender Kern mit glänzender Hülle und Stroma entwickelt. Die Kernanlagen, Kerne mit blassem und solche mit glänzendem Stroma sind nur Modifikationen ein und derselben Substanz, und wie man überhaupt zwischen homogenen Kernen und solchen mit deutlich entwickeltem Stroma und Hülle unterscheidet, so würde hier keine Veranlassung vorliegen, die Bezeichnung Kernanlage zu gebrauchen, wenn sich nicht aus derselben erst blasse und dann glänzende Kerne entwickelten und es ziemlich umständlich sein würde, statt des einen Worts Kernanlage die Bezeichnung blasse und homogene Kerne oder blasse, feinkörnig-fädig differenzirte Kerne zu gebrauchen. Die Kernanlage besitzt eine dichtere Beschaffenheit als das Hyaloplasma und ist auch an Stellen, wo Körner fehlen und wo sie unmittelbar an das letztere grenzt, von demselben durch ihr anderes Brechungsvermögen und ihr dunkleres Aussehen zwar nicht scharf, aber doch hinlänglich deutlich abzugrenzen. Aus ihren Formveränderungen wie aus ihren Verschiebungen durch die Bewegungen des Hyaloplasma, durch welche sie mitunter theilweise aus der Zelle ausgepresst wird, geht hervor, dass sie eine wechselnde, bald mehr zähflüssige, bald dichtere, steif gallertige Consistenz besitzt. Die Beschaffenheit der Kernanlage lässt sich nur dann deutlich erkennen, wenn sie nicht von Körnern oder Körnchen ganz umschlossen und bedeckt wird; es finden sich aber ziemlich häufig Zellen, deren Kernanlage entweder mit einem Theil ihres Umfangs schon frei liegt, oder wo der letztere während der Verschiebungen der Körner und Körnchen frei vortritt. Sie erscheint dann entweder ganz homogen oder schliesst nur undeutlich einzelne dichtere,

nicht deutlich begrenzte Gebilde vom Umfang kleiner Körner wie einzelne blasse Körnchen ein (Fig. 4*a*, 7*a*, 8*a*) oder besitzt, bald nur in ihren peripheren oder in ihren centralen Abschnitten, bald in ihrer ganzen Dicke ein mehr oder weniger dichtes, sehr blasses, feinkörnig-fädiges oder stellenweise auch zartnetzförmiges Gefüge. Auch im letzteren Fall schliesst sie mitunter einzelne derbere, aber ebenfalls sehr blasse und nicht deutlich kontourirte kernkörperchenartige oder faserige Gebilde ein (Fig. 11*a*). Der Umfang der ganz oder in der Peripherie homogenen Kernanlagen grenzt sich von den umgebenden Körnern mehr oder weniger deutlich und häufig ziemlich scharf durch die hellen Diffraktionslinien ab, welche die letzteren umsäumen, Körner und Kernanlagen hängen aber andererseits durch feine Fäden oder zackige Fortsätze zusammen, welche vom Umfang der letzteren abgehend, sich zum Theil mit den Körnern verbinden, zum Theil in etwas weitere Spalten zwischen denselben treten. Hat dagegen die Peripherie der Kernanlage eine körnig-fädige Beschaffenheit, so lässt sie sich von den umgebenden Körnern und den in Lücken zwischen denselben befindlichen Körnchen und Fäden nicht deutlich sondern oder nur soweit, als die Fäden und Körnchenreihen ihrer Peripherie concentrisch zur Grenzlinie der innersten Körnerreihe verlaufen, aber auch in diesem Falle hängen der Peripherie der Kernanlage angehörige Fäden theils mit benachbarten Körnern zusammen, theils setzen sie sich in die Lücken zwischen denselben fort. An manchen im Innern homogenen Kernanlagen hat sich ihre blass körnig-fädige Peripherie bei dichterer Stellung der Körnchen und Fäden zu einer zarten Hülle verdichtet, die im Durchschnitt in Form eines blassen fädigen, häufig durch kleine Lücken oder Körnchenreihen unterbrochenen Saums vortritt, so dass dann die Kernanlage wieder schärfer als bei lockerer und weniger gleichmässiger Vertheilung der Körnchen und Fäden von den Körnchen abgegrenzt erscheint. Kernanlagen, die in ihrer ganzen Dicke eine körnig-fädige Beschaffenheit besitzen, unterscheiden sich zwar von den hie und da im Innern der noch unveränderten Körnerhaufen vorkommenden Kernen mit blassem Stroma durch die dichtere Stellung und grössere Feinheit ihrer Körnchen und Fäden, wesentlicher aber durch den Umstand, dass Stroma und Hülle der blassen Kerne beim Glänzendwerden, so wie sie vortreten, erhalten bleiben oder nur Veränderungen ihrer Grösse und Form erfahren, während der körnig-fädige Inhalt der Kernanlage

bei ihrer Umwandlung in einen glänzenden Kern ganz schwindet und zur Bildung des neuen Stromas und der Hülle verbraucht wird, die entweder schon unmittelbar nach ihrer Bildung ein glänzendes Aussehen besitzen, oder erst kürzere oder längere Zeit blass bleiben, um dann rasch oder allmählig glänzend und scharf kontourirt zu werden.

Behält man eine Körnerzelle für einige Zeit im Auge, so sieht man, wie einzelne oder mehrere Körner ihre gegenseitige Lage verändern, theils von einander ab-, theils in das umgebende Hyaloplasma hinausrücken, so dass der ganze Haufe eine unregelmässige und häufig maulbeerförmige Begrenzung erhält (Fig. 7 u. 8, *a* u. *b*). Dann weichen einzelne Körner oder Gruppen und Reihen derselben weiter von einander, im Innern des Haufens entstehen Lücken, die Anfangs nur dem Umfang einzelner oder mehrerer Körner entsprechen und keine geformten Bestandtheile oder nur spärliche Körnchen und einzelne feine und kurze Fäden enthalten. Während ihrer Lageveränderungen bekommen die Körner zum Theil einen stärkeren Glanz, werden schärfer kontourirt, grösser, verändern ihre Form, verlieren die Ecken und Kanten und verschmelzen untereinander zu grösseren rundlichen, ovalen oder unregelmässig gestalteten Körpern, die häufig ihre Form ändern und mitunter gestielte oder lanzettförmige, sich abschnürende Fortsätze entwickeln. Unter Zunahme der Zahl und Grösse der Lücken, die sich zum Theil nach Aussen, zum Theil nach der Kernanlage zu öffnen und auch untereinander kommuniziren, erlangt das Körneragglomerat mehr und mehr ein durchbrochenes Aussehen, löst sich zu Gruppen und Reihen von Körnern und zu vereinzelt liegenden Körnern auf, welche letztere bei den Bewegungen der Zelle, namentlich bei der Entwicklung von Ausläufern häufig bis in periphere Zellabschnitte fortgezogen werden.

Gleichzeitig mit der Zunahme des Umfangs des Körneragglomerats und den Verschiebungen der einzelnen Körner kommt es zur Bildung von Vakuolen in den letzteren. Nachdem erst ihre centralen Abschnitte heller und weniger glänzend geworden sind, entsteht in denselben eine, mitunter ein oder ein paar Körnchen einschliessende Höhlung und das ganze Gebilde erscheint dann im Durchschnitt unter der Form eines glänzenden, ein helles Innere einschliessenden Rings. Grössere Körner bekommen vor der Vakuolenbildung häufig ein dichtkörniges Aussehen und es entwickelt sich dann erst eine grössere Zahl sehr kleiner Va-

kuolen, die zu wenigen grösseren oder zu einer einzigen konfluiren. Die Vakuolen können einige Minuten und selbst 10—15 Minuten fortbestehen, während die Körner, in welchen sie sich befinden, sich bald nicht oder nur ihre Form verändern, bald durch Verschmelzen mit benachbarten Körnchen und mit vakuolisirten oder noch soliden Körnern an Umfang zunehmen, es kann ferner ein bereits vakuolisirtes Korn ohne Aenderung seiner Grösse und Form wieder solid werden und dabei in seiner ganzen Dicke ein gleichmässig starkes Brechungsvermögen erlangen oder es bleiben die centralen, wieder verdichteten Partien etwas schwächer brechend als die peripheren. Später entwickelt sich dann von Neuem eine Vakuole oder das Korn zerfällt zu einzelnen Körnchen. In den meisten Fällen schliesst sich dagegen die Vakuole früher oder später nach ihrer Bildung rasch, wie mit einem Ruck, so dass es auch bei aufmerksamer Beobachtung nicht möglich ist, der mit Austritt des Vakuoleninhalts verbundenen Verkleinerung des Kornumfangs zu folgen. Andere Male schliesst sich die Vakuole langsamer und nicht vollständig, die Verkleinerung des Korns ist erst eine weniger beträchtliche und nimmt mit Schwinden des Restes der Vakuolenflüssigkeit zu. In beiden Fällen bleiben nur ein kleines Korn oder ein Paar kleine glänzende, scharf umschriebene, mitunter in lebhafter oscillirender Bewegung begriffene Körnchen zurück, die häufig auch noch schwinden, indem sie sich ebenfalls verflüssigen oder durch Bewegungen des Hyaloplasma fortgeführt werden.

Während die grosse Mehrzahl der Körner nach vorausgegangener Vakuolisirung schwindet, schwinden einzelne rasch oder allmählig unter zunehmender Verkleinerung, ohne während derselben ihre solide Beschaffenheit zu verlieren und andere zerfallen zu einzelnen erst verwaschen, dann immer schärfer vortretenden glänzenden Körnchen. Nur ganz vereinzelt und ausnahmsweise kommen Körner vor, die sich mehr und mehr vergrössern, verblassen und schliesslich mit dem Hyaloplasma zu verschmelzen scheinen.

Sowohl bei der Vakuolenbildung als bei dem körnigen Zerfall der Körner kommt es nicht blos zur Verflüssigung, sondern gleichzeitig auch zur Verdichtung der Kornsubstanz. Schon an Körnern, deren Inneres ganz von Vakuolenflüssigkeit eingenommen wird, ist der starke Glanz der in Form eines Rings vortretenden Vakuolenhülle auffallend, und wenn sich in grossen Körnern eine

oder ein Paar Vakuolen gebildet haben, die nur einen Theil ihres Innern einnehmen, so werden dieselben von einer Substanzschicht umgeben, die ein stärkeres Brechungsvermögen besitzt als die übrige Kornsubstanz und deshalb ebenfalls als ein etwas glänzender Ring vortritt. Ebenso besitzen die Körnchen, zu welchen die Substanz der Körner sich häufig sondert, ein stärkeres Brechungsvermögen als die Substanz des noch unveränderten Korns, wovon man sich an Körnern überzeugen kann, deren eine Hälfte sich zu Körnchen differenzirt hat, während die andere Hälfte noch ganz homogen ist. Ausnahmsweise sind auch, ohne dass es zur Vakuolenbildung oder zur Differenzirung von Körnchen kommt, Verschiedenheiten im Brechungsvermögen der Kornsubstanz wahrzunehmen, es kann z. B. die eine Hälfte des Kornes beträchtlich schwächer brechend sein, als die andere. Ob es sich bei Bildung der Vakuolenhülle und beim Auftreten von Körnchen blos um eine Verdichtung der Kornsubstanz im eigentlichen Sinne des Worts handelt oder um Differenzirung und Anhäufung einer stärker brechenden, vorher gleichmässig im Korninnern vertheilten Substanz, muss natürlich dahingestellt bleiben; früher oder später verflüssigen sich aber ebenfalls sowohl die Vakuolenhüllen, als die aus der Kornsubstanz differenzirten Körnchen.

Nach Ablauf von 10—25 Minuten sind die meisten Körner geschwunden, an ihrer Stelle wird das Zellinnere durchsetzt von gruppen- und reihenweise auftretenden oder zu netzförmigen Zügen angeordneten feinen glänzenden, vielfach untereinander durch feine Fäden zusammenhängenden Körnchen. Dann verschmelzen die reihenweise gestellten Körnchen zum Theil zu glatten oder auch zu gekörnten, glänzenden Fäden, die sich zur Bildung von Netzen [1]) vereinigen oder die Zelle in Form eines Fachwerks mit

---

[1]) Flemming (Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung p. 47) hat ein kontinuirliches Netzwerk, wie es nach ihm von Heitzmann und von mir beschrieben worden ist, nicht gesehen und es scheint ihm die Behauptung, dass ein solches vorläge, über Das hinauszugehen, was sich beim besten Licht und mit den besten Linsen feststellen lässt, obwohl er die Möglichkeit, dass es so sein kann, nicht anfechten will.

Ich habe dagegen in der bezüglichen Arbeit (zur Lehre von der Struktur der Zellen. Jenaische Zeitschrift, Bd. IX, S. 8 u. 10) ganz ausdrücklich und wiederholt hervorgehoben, dass ich die Bildung engmaschiger, geschlossener Fadennetze aus den vakuolisirten Körnern in der von Heitzmann beschriebenen Weise nicht habe wahrnehmen

relativ grossen, unregelmässig begrenzten, rundlichen, ovalen oder eckigen Maschen durchsetzen, die bald nur den Raum von wenigen, bald den von 6, 10 oder noch mehr Körnern umgrenzen und einzelne frei eingelagerte Körnchen und Fäden einschliessen. Hie und da liegen in den Knotenpunkten des Fachwerks einzelne unveränderte Körner oder es laufen Fäden- und Körnchenreihen in kleine Gruppen derselben oder in Körnchengruppen aus. Während ein Theil der Körner sich verflüssigt, erfahren die übrigen durch die gleichzeitigen Bewegungen des Hyaloplasma weitere, mehr oder weniger auffallende Verschiebungen, so dass ihre Vertheilung in der Zelle einem fortwährenden Wechsel unterliegt.

Während der Verschiebungen der Körner wird die Oberfläche der Kernanlage, wenn sie vorher verdeckt war, sichtbar oder es liegen ihr nur noch einzelne oder reihenweise gestellte Körner auf, welche freie Strassen zwischen sich lassen, bis nach Schwinden der Mehrzahl der Körner sie in ihrer grössten Ausdehnung frei vortritt, hat aber dann meist schon ihre Form und Beschaffenheit geändert.

In homogenen Kernanlagen entstehen Stroma und Hülle des sich bildenden Kerns mitunter gleichzeitig, sehr häufig aber geht die Bildung der letzteren der des Stromas voraus. Die Kernanlage erhält dann Anfangs blasse, körnig-fädige Kontouren, die namentlich an Stellen deutlich vortreten, wo die Körner auseinandergewichen oder verflüssigt sind, erst oft noch weite Unterbrechungen zeigen, sich dann verdicken und vervollständigen und allmählig oder rasch ein glänzendes Aussehen erlangen, so dass die

---

können, sondern die Bildung von Fäden, welche das Protoplasma durchziehen, mit einzelnen der auseinandergerückten Körner sowie mit Gruppen derselben zusammenhängen und dadurch ein weitmaschiges Netz- oder Fachwerk bilden, das in seinen Maschen theils unveränderte Körner, theils Körnchen und Fäserchen einschliesst. Es handelt sich hier also gar nicht um ein Netz was ausschliesslich durch Verbindungen der Fäden zu Stande gekommen wäre, sondern um ein Netz- oder wie ich es bezeichnet habe, um ein Fachwerk, an dessen Zustandekommen Körner und häufig auch Körnchen sich betheiligen, indem sie einzeln oder in Gruppen und Reihen die Kontinuität der Fäden unterbrechen oder Knotenpunkte für mehrere der letzteren bilden. Neuerdings habe ich aber continuirliche, einen grösseren oder geringeren Theil des Zellkörpers durchziehende und lediglich durch Verbindungen von Fäden zu Stande gekommene Netze wahrgenommen, und wenn Flemming dieselben nicht gesehen hat, so kann der Grund sehr einfach darin liegen, dass sie an den von ihm beobachteten Zellen sich nicht gebildet hatten.

einzelnen sie zusammensetzenden, dicht aneinandergelagerten und nur hie und da durch etwas weitere Lücken getrennten kleinen Körner, Körnchen, fasrigen oder stäbchenartigen Elemente deutlicher vortreten. Die Konfiguration des Kerns ist Anfangs häufig eine ziemlich unregelmässige, indem seine Kontouren mit zackigen oder stumpfwinkligen Vorsprüngen, kleineren und grösseren Ausbuchtungen versehen sind und durch fädige Stränge mit dem den Zellkörper durchziehenden Fadengerüst zusammenhängen. Es lösen sich dann durch Abschnürungen diese Verbindungen und gleichzeitig gleichen sich die Unregelmässigkeiten der Kontouren unter Bewegungen, Verrückungen, Ein- und Ausbiegungen der einzelnen Membranabschnitte aus, der Kern bekommt eine regelmässig runde oder ovale Form und geht sehr häufig aus der ovalen noch in die runde über. Während oder erst nach Bildung der Kernhülle treten im Innern der Kernanlage Körnchen, Körner, knotige und fädige Gebilde Anfangs blass, dann immer deutlicher hervor, verdicken sich, verschmelzen zum Theil miteinander und erhalten gleichzeitig eine dichtere Beschaffenheit, ein glänzendes Aussehen und mehr oder weniger scharfe Kontouren. Ihre Zahl, Beschaffenheit und Vertheilung im Kerninnern ist eine sehr wechselnde, es sind häufig nur vereinzelte Stränge, Fäden, Kernkörperchen und Körnchen vorhanden, die zum Theil unter sich wie mit der Hülle zusammenhängen, gleichmässig im Kerninnern vertheilt oder stellenweise dichter zusammengedrängt sind, andere Male sind dieselben zur Bildung eines derberen knorrigen, knotige Auftreibungen einschliessenden und ebenfalls mit der Hülle zusammenhängenden Gerüsts oder zu engmaschigen Netzen verbunden und die letzteren wie das Gerüst können das Kerninnere ziemlich gleichmässig durchsetzen oder nehmen nur einzelne Abschnitte desselben ein. Wie die Theile der Hülle, so bilden sich auch die des Stromas mitunter rasch und gleichzeitig, so dass dann ein glänzender Kern wie mit einem Schlage vortritt. Derselbe erscheint, da bei seiner Bildung die fädigen in den Zellkörper einragenden Fortsätze sich abschnüren, innerhalb des letzteren als ein ganz selbständiges, abgeschlossenes Gebilde, gleichviel ob er langsam oder rasch entstanden ist (Fig. 7*c*, Fig. 8*c* u. *d*). Da das vorher gleichmässig im Innern der Kernanlage verbreitete plastische Material sich bei Bildung des Kerns zu den Theilen seiner Hülle und seines Stromas verdichtet hat, erscheint sein Inneres viel heller und lichter als das der Kernanlage und nur in wenigen Fällen zeigte die sonst homogene, die Stromalücken erfüllende Substanz eine sehr feine und blasse, kaum wahrnehmbare Granulirung.

In ganz analoger Weise erfolgt die Bildung des Kerns aus körnig-fädigen Kernanlagen. Die blassen und feinen Körnchen und Fäden persistiren als solche nicht, treten nicht blos deutlicher und schärfer hervor, sondern es entstehen an ihrer Stelle, aber auch an Stellen wo sie fehlten, rasch oder allmählig die gleichen Gebilde wie in homogenen Kernanlagen, zuerst blass, dann glänzend und scharf kontourirt, während die Körnchen und Fäden da schwinden, wo später die Lücken des neugebildeten Stromas sichtbar sind. Der Kern ist mithin auch hier ein neugebildeter, indem das vorhandene Bildungsmaterial in anderer Weise vertheilt worden ist und gleichzeitig eine Aenderung seiner molekularen Beschaffenheit erfahren hat. Auch in den Fällen, wo die Kernanlage eine besondere zarte Hülle besitzt, geht dieselbe in Bildung der neuen, derberen Hülle vollständig auf.

Ehe es zur Bildung eines Kerns kommt, zeigt die Kernanlage mitunter Veränderungen ihrer Lage und Form. Sie geht aus der ovalen oder runden Form in eine birnförmige über, um dann wieder rund oder oval zu werden, wechselt häufig gleichzeitig ihre Lage in der Zelle, rückt von einer Seite auf die andere oder stellt sich mit dem langen Durchmesser mehr oder weniger rechtwinklig zu der früheren Richtung desselben, ausserdem aber kommt es auch zu partiellen buckelförmigen oder zackigen Vortreibungen. Die Lageveränderungen und Verschiebungen werden ohne Zweifel durch die gleichzeitigen Bewegungen des Hyaloplasma bewirkt, die wohl auch die Form der Kernanlage beeinflussen können, da indessen die aus der Kernanlage hervorgehenden blassen Stroma- und Hüllentheile die Fähigkeit besitzen, sich selbstständig zu bewegen, ist es wahrscheinlich, dass auch der Substanz der Kernanlage diese Fähigkeit zukommt und dürfte namentlich das Vortreten und Wiederschwinden von Buckeln und zackigen Fortsätzen darauf zurückzuführen sein.

An Bildung des Kerns können sich die Körner direkt betheiligen, indem sie untereinander zur Bildung der Kernhülle verschmelzen, oder indirekt, indem die Kernanlage sich zunächst auf Kosten ihres verflüssigten Materials vergrössert.

Bei direkter Betheiligung verflüssigen sich die Körner (und Körnchen), welche die Kernanlage unmittelbar umschliessen, nicht nur rasch und gleichzeitig, sondern dieselben verschmelzen bei ihrer Verflüssigung zu einer die Kernanlage vollständig umschliessenden Hülle, die sich sofort wieder verdichtet und von einer aus der Kernanlage hervorgegangenen Hülle nur dadurch unterschei-

det, dass sie noch einige Zeit die gelbliche Färbung der Körner beibehält. Da der Dickendurchmesser der Hülle ein geringerer ist als der der Körner, diese aber dicht aneinanderliegen, ist es sehr wahrscheinlich, dass ihre Substanz nur zum Theil zur Bildung der Hülle verbraucht worden ist, zum Theil dagegen sich verflüssigt hat. Gleichzeitig mit der Hülle bildete sich das Kernstroma. Ein sehr instruktives Beispiel für diese Vorgänge gewährte die Fig. 4*a* und *b* abgebildete Zelle. Die in *a* von einer einfachen Schicht kleiner Körner im Durchschnitt kranzartig umschlossene Kernanlage schien auf den ersten Blick einfach zu sein, während sich bei genauerer Beobachtung herausstellte, dass 2 Kernanlagen, eine grosse und eine beträchtlich kleinere vorhanden und von einer gemeinschaftlichen Körnerzone umschlossen, von einander aber durch einen deutlich wahrnehmbaren körnerfreien Zwischenraum getrennt waren [1]). Während der Beobachtung entwickelte sich das Kernstroma unter Aufhellung des Kerninnern und gleichzeitig entstand aus den ein- und verschmelzenden Körnern die glänzende, Anfangs noch zahlreiche kleine Lücken aufweisende Hülle. Dieselbe war an den beiden jetzt scharf vortretenden Kernen (in *b*) verhältnissmässig derb, soweit sich an ihrer Bildung die Körner betheiligt hatten, dagegen sehr zart im Bereiche der einander zugewendeten Abschnitte der Oberfläche beider Kerne und erscheint hier im Durchschnitt in Form je eines feinen aber deutlich vortretenden Fadens.

Bei indirekter Betheiligung der Körner an Bildung des Kerns kommt es immer zuerst zur Vergrösserung der Kernanlage aus dem Material der Körner, die sich verflüssigen, aber nicht sofort wieder zur Bildung neuer Formelemente verdichten. Der Umfang der Kernanlage nimmt dann zu, indem ihre Grenze bei ziemlich gleichzeitiger Verflüssigung der sie unmittelbar umgebenden Körner gleichmässig hinausrückt oder ungleichmässig, wenn nur vereinzelte Körner sich verflüssigt haben. Im letzteren Fall sieht man vom Umfang der Kernanlage ziemlich derbe, zackige Fortsätze abtreten und zwischen die noch vorhandenen Körner ausgreifen, an Länge und Dicke zunehmen, die Einbuchtungen zwischen ihnen sich verflachen und die in den letzteren von verflüssigten Körnern zurückgebliebenen Körnchen verblassen und mit der Kernanlage verschmelzen (Fig. 7*b* und 8*b*). An der ver-

---

[1]) Auf der Lithographie sind die grossen und kleinen Kernanlagen nicht deutlich von einander abgegrenzt.

grösserten Kernanlage ist der ursprüngliche Umfang derselben nicht festzustellen und die Bildung der Membran wie ohne Zweifel auch der peripheren Theile des Stromas erfolgt dann unter Solidifikation der peripheren aus Kornsubstanz gebildeten Schicht der Kernanlage und geht meist der Stromabildung im Innern der Kernanlage voraus. Die bei ungleichmässigem Wachsthum der Kernanlage entstandenen Unregelmässigkeiten der Kontouren gleichen sich bei Bildung der Membran aus, so dass der Kern eine ziemlich regelmässige Form erhält.

Die Verflüssigung der Körner und Körnchen ist häufig nicht von irgend erheblichen Formveränderungen und Fortsatzbildungen des Hyaloplasmas begleitet, andere Male nimmt dasselbe allmählich und unmerklich an Volumen zu oder unter Bildung halbkugelicher, kolbiger oder langgestreckter Fortsätze, die vorgestreckt und wieder zurückgebildet werden und von denen sich mitunter kugelförmige Portionen abschnüren. Der Umfang der Zellen kann dabei bis um das Doppelte oder Dreifache zunehmen und das Hyaloplasma wird dann so zart und durchscheinend, dass seine Kontouren nur streckenweise oder gar nicht mehr unterschieden werden können (Fig. 7*c* u. 8*c*).

Nach Bildung des Kerns schwinden die noch vorhandenen Körner meist unter vorausgehender Vakuolisirung, die Fäden des Fachwerks differenziren sich zu Körnchen, die häufig wieder zu einzelnen oder zu netzförmig verbundenen Fäden verschmelzen. Auch diese verschwinden früher oder später wieder und das Hyaloplasma schliesst dann entweder überhaupt keine geformten Bestandtheile oder noch eine wechselnde Anzahl von Körnchen ein, die häufig in dichterer Stellung eine den Kern umschliessende Schicht bilden. Während manche Zellen sich nicht weiter verändern, nimmt der Umfang bei andern bald rasch bald langsam und allmählich und unter mitunter ziemlich auffallenden Veränderungen der Form ab (Fig. 8*c* u. *d*), die vorher kaum oder stellenweise gar nicht sichtbaren Kontouren werden zunehmend deutlicher und mitunter bildet sich eine in Form eines mehr oder weniger zarten, fädigen Saums vortretende Hülle. Die glänzenden Körnchen schwinden mitunter noch sämmtlich oder zum grössten Theil und das Hyaloplasma bleibt dann homogen oder es tritt in demselben eine sehr feine und blasse Granulirung auf. Schliefslich nimmt im Verlaufe von 1—1½ Stunden ein bald grösserer bald geringerer Theil der Zellen eine ziemlich regelmässig runde oder ovale Form an und bei einzelnen zieht sich das Hyaloplasma

bis auf eine schmale Zone mit abgerundeten oder ausgezackten Kontouren um den Kern zusammen.

Nach Beschaffenheit und Grösse ganz ähnliche Zellen finden sich schon im frischem Blut unmittelbar nach Anfertigung des Präparats, und es liegt deshalb die Vermuthung sehr nahe, dass die gleichen oder ähnliche Vorgänge auch innerhalb der Blutbahnen in einzelnen Körnerzellen ablaufen.

Während die Zelle sich verkleinert unterliegt aber der Kern häufig weiteren Veränderungen. Es tauchen in seinem Innern einzelne neue, meist feine Körnchen und Fäden auf, die vorhandenen Knoten, Fäden und Stränge können sich partiell oder gleichmässig verdicken und ebenso nimmt die Hülle gleichmässig an Dicke zu oder erhält partielle knotige, zackige oder leistenförmige Prominenzen. Sehr häufig ziehen sich dann nachträglich Hülle und Stroma zusammen, ihre Theile rücken näher an einander, Fäden und Stränge verbiegen sich und der Kern erhält damit ein glänzenderes compakteres Aussehen. Andere Male wird aber die Verkleinerung des Kerns nicht allein durch Verkürzung und Verdickung von Stromatheilen bewirkt, sondern überhaupt durch eine Verdichtung des gesammten Kerninhalts, da auch solche Kerne sich nicht unbeträchtlich verkleinern, welche ein zusammenhängendes Gerüst überhaupt nicht besitzen. Die die Stromalücken ausfüllende Substanz bekommt dann ein stärkeres Brechungsvermögen, die Kontouren der vorher scharf gezeichneten Stromatheile werden immer undeutlicher und der Kern wird schliefslich ganz homogen oder es sind in demselben nur noch ein oder ein Paar kernkörperchenartige Gebilde zu unterscheiden.

In manchen Zellen laufen die Veränderungen ungewöhnlich langsam ab, es können 2—3 Stunden vergehen bis die Körner sämmtlich verflüssigt sind, und dann sind auch die Bewegungen der Zellen sehr träge und nur von Zeit zu Zeit kommt es zu rascherer Bildung von lappigen Fortsätzen, die sich langsam zurückbilden. Einzelne Körnerzellen hatten sich auch nach Ablauf von 5 Stunden in dem vor Verdunstung geschützten Präparate nicht verändert, während die übrigen sämmtlich die bezeichneten Umbildungen erfahren hatten.

Ganz ähnliche Veränderungen wie die Körnerzellen erfahren die Körnchenzellen.

Statt der derben Körner umschliefsen dicht gestellte Körnchen in einer Schicht von wechselnder Mächtigkeit einen blassen Kern oder eine Kernanlage vollständig oder nur zum Theil in

Form einer im Durchschnitt sichel- oder halbmondförmigen Zone und werden selbst von einer mehr oder weniger umfangreichen, zum Theil zu Fortsätzen ausgezogenen Schicht Hyaloplasma ganz oder theilweise umschlossen (Fig. 1, *a*, *b*, *c*; Fig. 2 *a*, *b*; Fig. 5 u. 6*a* u. *b*). Die Körnchen besitzen denselben Glanz und dieselbe leicht gelbliche Färbung wie die Körner und hängen häufig durch feine Fäden theilweise unter einander zusammen, seltener finden sich äusserst engmaschige aber scharf gezeichnete Netze, welche das gleiche Brechungsvermögen und die gleiche gelbliche Färbung besitzen wie die Körnchen (Fig. 22 u. 24*a*). Wie die Körnerzellen, so schliessen auch die Körnchenzellen nur sehr selten einen glänzenden, etwas häufiger dagegen einen blassen Kern ein, der dann erst während der Verflüssigung der Körnchen ein glänzendes Aussehen erhält, in der Regel dagegen eine homogene oder blass und fein körnig-fädige Kernanlage. Dieselbe ist von der Körnchenzone häufig nicht scharf abgegrenzt, da von der letzteren nicht selten zackige, streifige oder fetzige Fortsätze mehr oder weniger weit in das Innere der Kernanlage einragen oder einzelne glänzende Körnchen und neben denselben und meist in grösserer Zahl blasse Körnchen in ihre peripheren Abschnitte eingelagert sind (Fig. 1*a*, *b*, *c*; Fig. 2*a*; Fig. 5*a*; Fig. 6*a* u. *b*). Ein ganz analoges Verhalten zeigen die Zellen, in welchen statt der Körnchen eine Netzschicht die Kernanlage einschliesst. Netzschicht und Kernanlage können scharf von einander gesondert sein, so dafs die innere Grenze der Netzschicht einen fortlaufenden oder stellenweise unterbrochenen fädigen Kontour bildet, der die Kernanlage umgreift und durch die Summe der unter sich verbundenen Netzfäden gebildet wird, welche die die Kernanlage unmittelbar begrenzende Maschenreihe der gerade eingestellten Netzlamelle abschliessen. Es entsteht auf diese Weise zwar eine sehr scharfe Abgrenzung der Kernanlage, die Abgrenzung wird aber nicht durch diese selbst, sondern durch die umgebenden Netze bewirkt. Andere Male fehlt dagegen eine scharfe Grenze zwischen Kernanlage und Netzen, von den letzteren lösen sich streifenförmige Fortsätze wie einzelne kürzere und längere Fäden ab und ragen frei und häufig mehr und mehr verblassend in die Peripherie und selbst bis in die mittleren inneren Abschnitte der Kernanlage ein. In Fig. 9 besitzt die Kernanlage fast in ihrem ganzen Umfang eine fädige, den umgebenden Netzen angehörige und durch einige Lücken unterbrochene Begrenzung, in Fig. 22*a* setzt sich die Grenzlinie aus einer Anzahl einzelner kurzer Fäden zusammen und in Fig. 24*a* findet sich am oberen

Umfang der Kernanlage ein ununterbrochener Grenzfaden der Netzlamelle, während am linken Umfang eine Körnchengruppe sowie einzelne Körnchen in die Peripherie der Kernanlage einragen. Wo Körnchen oder Netze sich scharf von der Kernanlage abgrenzen, ist mitunter wie in den Körnerzellen eine der Kernanlage zugehörige blasse und zarte, körnig-fädige Hülle zu unterscheiden.

Fixiert man eine Körnchenzelle für einige Zeit, so sieht man innerhalb derselben bald rasch, im Verlaufe weniger Minuten, bald erst innerhalb $^1/_2$ Stunde eine Reihe von Veränderungen vor sich gehen, die denen der Körnerzellen ähnlich, mit Bildung eines glänzenden, scharf gezeichneten Kerns und mit Verflüssigung der Körnchen ihren Abschluss erreichen. In manchen Zellen schmelzen die Körnchen plötzlich ein und es entsteht gleichzeitig ein glänzender Kern an Stelle der Kernanlage und nur aus derselben, andere Male übertrifft der Kern an Grösse die Kernanlage mehr oder weniger beträchtlich, wenn dieselbe sich vor oder bei Bildung des Kerns auf Kosten eines Theils der Körnchenzone, unter Umständen der ganzen Körnchenzone vergrössert hat.

In der Regel sieht man indessen der Bildung des Kerns Aenderungen in der Vertheilung der einzelnen Körnchen wie Verschiebungen der ganzen Körnchenmasse vorausgehen. So rücken die Körnchen gleichmässig von einander (Fig. 5*b* u. 6*b*) oder lassen beim Auseinanderrücken von Hyaloplasma erfüllte Lichtungen frei (Fig. 1*b* in der Mitte links), sondern sich zu einzelnen Reihen und Gruppen oder verschmelzen mit einander bald zu feinen und kurzen, bald zu längeren mitunter verzweigten Fäden oder zu derberen strangförmigen Gebilden, die mitunter noch ihre Zusammensetzung aus einzelnen Körnchen erkennen lassen, andere Male verbinden sie sich zur Bildung von engmaschigen, meist unvollständig geschlossenen und vereinzelte weitere Maschen einschliessenden Netzen. Fäden, Stränge und Netze können sich wieder zu einzelnen Körnchen sondern, sich von Neuem und in anderer Weise bilden, bis sie schliesslich allmählich mehr und mehr verblassen. So haben sich in *c* Fig. 1 aus einem Theil der Körnchen, welche vorher, in *b*, die Körnchenzone konstituirten, Fäden gebildet, und aus den Netzen, welche in *a* Fig. 3 die Kernanlage umgeben, entwickeln sich weitmaschigere, in denen die in den Knotenpunkten eingelagerten Körnchen derber sind als vorher, während gleichzeitig der in *a* in das Innere der Kernanlage einragende kolbige Fortsatz der Körnchenschicht in *b* so

verblasst ist, dass er bis auf 3 glänzend gebliebene Körnchen kaum noch wahrgenommen werden kann. Aus diesen der Kernbildung vorausgehenden Umlagerungen, Verschmelzungen und Differenzirungen der Körnchen und Fäden lassen sich gar keine Anhaltepunkte dafür gewinnen, ob der sich später bildende Kern lediglich aus der Kernanlage hervorgeht oder zum Theil auf Kosten der Körnchenschicht gebildet wird. Wenn sich aus den Körnchen Fäden gebildet haben, welche für einen grösseren Theil der Kernanlage eine Einfassung bilden, ist man leicht versucht zu glauben, dass durch die letztere die Grenze für den sich bildenden Kern angedeutet und die Einfassung selbst sich zur Membran des letzteren umbilden werde; es kann dies der Fall sein, indessen sehr häufig differenziren sich die gebildeten Fäden nach kürzerem oder längerem Bestehen wieder zu einzelnen Körnchen und zu kürzeren Fäden und erst später kommt es zur Bildung des Kerns. Während nun die einzelnen Körnchen theils nur ihre gegenseitige Lage wechseln, theils mit einander zu derberen Körnchen und zu Fäden verschmelzen, die sich von Neuem differenziren können, findet meist gleichzeitig, in ganz analoger Weise wie bei den Körnern in Folge der Bewegungen der Zelle eine Massenverschiebung der Körnchen statt, so dass dieselben, ehe sie sich noch in grösserer Zahl verflüssigt haben, sich an einzelnen Stellen anhäufen, an anderen sparsam werden oder schwinden. In Fig. 2*b* ist der bei Weitem grösste Theil der Körnchen, aus welchen sich die Körnchenschicht in *a* zusammensetzt, aus der Ebene des Gesichtsfeldes ausgetreten; in 5*a* erreicht die Körnchenschicht nur am oberen Umfang der Kernanlage eine grössere Mächtigkeit, während sie in *b* eine beträchtlichere und gleichmässigere Dicke besitzt als in *a* und gleichzeitig die Körnchen etwas von einander gerückt und zum Theil durch Fäden mit einander verbunden sind; in Fig. 6*b* haben sich die vorher gleichmässiger vertheilten Körnchen am linkseitigen Umfang der Kernanlage angehäuft. Wie die Körnchen, welche die Kernanlage im Durchschnitt derselben umgeben, so erfahren natürlich auch die, welche ihrer Oberfläche aufliegen Verschiebungen; davon aber, dass einzelne Körnchen, Gruppen und Reihen derselben wie streifige Netzschichten nicht blos der Kernanlage aufliegen, sondern in ihre Substanz mehr oder weniger weit eindringen können, überzeugt man sich leicht beim Wechsel der Einstellung.

In Betreff ihrer weiteren Veränderungen zeigen die Zellen ein wechselndes Verhalten.

Es finden sich 1) solche, in denen bereits während der Verschiebungen und Umbildungen der Körnchen sich ein blasser Kern entwickelt hat. Es tauchen in der Kernanlage blasse Stromatheile auf, die von einer gleichfalls blassen, grössere und kleinere Lücken aufweisenden Hülle umschlossen werden (Fig. 3*a*); allmählich werden Stroma und Hülle etwas deutlicher (3*b*) und erlangen dann gleichzeitig oder zuerst die Hülle und dann das Stroma ein glänzendes Aussehen und scharfe Kontouren (3*c*). Schon mit Deutlicherwerden des Stromas verblassen und verschwinden Fortsätze der Körnchenschicht, welche sich in das Innere des blassen Kerns einsenken (Fig. 3*a* u. *b*) und an ihrer Stelle entwickeln sich bei Bildung des glänzenden Stroma neue Formelemente, und ebenso kommt es nicht blos zur Verdickung und Verdichtung der blassen und zarten Hülle der Kernanlage, wo eine solche zu unterscheiden ist, sondern auch zur Neubildung von Hüllenbestandtheilen, wie in *c* Fig. 3, wo die vorher vorhandene Lücke, durch welche der Fortsatz der Körnchenschicht in das Innere des Kerns eintrat, grösstentheils durch ein zapfenförmiges in das Kerninnere einragendes Gebilde geschlossen wird. Bei und nach Bildung des glänzenden Kerns verflüssigen sich die noch vorhandenen Körnchen oder gruppiren sich in anderer Weise, rücken weiter nach der Zellperipherie (Fig. 3*c*), verflüssigen sich aber häufig noch nachträglich.

2) In der Mehrzahl der Zellen verblassen und schwinden die Körnchen zu einem grösseren oder geringeren Theil ehe es zur Bildung des Kerns kommt, die übrig bleibenden rücken häufig etwas auseinander und die Kernanlage vergrössert sich durch Aufnahme von Substanz der verflüssigten Körnchen. Ihre Grössenzunahme erfolgt gleichmässig und allseitig oder einseitig, auf Kosten einer im Durchschnitt ringförmigen Körnchenzone oder auf Kosten von Körnchenzonen, welche die Kernanlage nur theilweise umfassen, in anderen Fällen wird die Grössenzunahme eine ungleichmässige und die Form der Kernanlage eine unregelmässige, wenn mit Aufnahme des Materials kleiner Körnchengruppen sich von der Peripherie der Kernanlage zackige Fortsätze entwickeln. Wenn dann auch die zwischen den letzteren gelegenen Körnchen sich verflüssigen, rückt die Basis der Zacken weiter hinaus und diese selbst werden damit niedriger, wenn sie nicht gleichzeitig ebenfalls neues Material aufnehmen. Nachdem auf diese Weise die Kernanlage mehr oder weniger beträchtlich an Umfang zuge-

nommen, entsteht allmählig oder plötzlich eine derbe glänzende Kernhülle, und gleichzeitig oder im Verlaufe einiger Minuten entwickelt sich ein glänzendes, hie und da mit der Hülle zusammenhängendes Stroma (Fig. 1*d*, 2*c*, 6*c*). Bei oder nach Bildung des Kerns schwinden die noch vorhandenen, ihn umgebenden Körnchen sämmtlich oder bis auf eine schmale ihn umfassende Zone, andere Male fliessen dieselben nach der Peripherie der Zelle (Fig. 1*d*) oder vertheilen sich in unregelmässiger Weise im Plasma, in einem wie im anderen Falle verflüssigen sich dieselben aber meistens noch nachträglich.

3) Ziemlich häufig wurde eine direkte Umwandlung wie der Körner so auch der Körnchen zu Theilen der Kernhülle, seltener auch zu periphereren Stromatheilen beobachtet. Die in Form einer schmalen, ring- oder halbringförmigen Zone die Kernanlage umsäumenden Körnchen verbanden sich, während die Kontouren der einzelnen undeutlich wurden und schwanden, miteinander zur Bildung einer genau ihre Stelle einnehmenden Hülle. Der ganze Vorgang entsprach vollständig dem bei Bildung der Hülle durch miteinander verschmelzende Körner. Andere Male waren es nicht die unmittelbar die Kernanlage umgebenden Körnchen, welche zur Bildung der Hülle mit einander verschmelzen, sondern die Hülle entstand innerhalb der Körnchenschicht und die letztere wurde bei ihrer Bildung durchschnitten. Die dadurch ein- und abgeschlossenen, zu Theilen des Kerninnern gewordenen Körnchen verblassen und schwinden ehe das Kernstroma entsteht oder verschmelzen direkt zu Theilen desselben und behalten in diesem Fall, wie die Hülle, noch einige Zeit ihre gelbliche Färbung.

Sehr wahrscheinlich sind die Vorgänge bei der Hüllenbildung noch wechselnder, als es durch die Beobachtung ermittelt wurde und die innerhalb der gerade eingestellten Ebene wahrgenommenen brauchen nicht innerhalb anderer Abschnitte der Körnchenschicht sich in der gleichen Weise zu vollziehen. So ist es sehr wohl möglich, dass die Kernmembran sich nur im Bereiche eines beschränkten Abschnittes der Körnchenschicht innerhalb der letzteren entwickelt, an anderen Abschnitten dagegen aus den die Kernanlage unmittelbar umschliessenden Körnchen oder aus der peripheren Zone derselben, wie dies letztere bei der Membranbildung nach Einleiten inducirter Ströme direkt beobachtet wurde. Es zeigen aber die mitgetheilten Beobachtungen, dass die Kerne, obschon sie überall als gleichartige Bildungen erscheinen, sich doch in den Körner- wie in den Körnchenzellen auf verschiedene

Weise entwickeln können, je nachdem sie ausschliesslich aus der sich differenzirenden Substanz der Kernanlage gebildet werden oder an ihrer Bildung Körner und Körnchen sich betheiligen. Diese Betheiligung ist eine indirekte, wenn auf Kosten der verflüssigten Körner und Körnchen sich die Kernanlage zunächst vergrössert und der nachträglich entstehende Kern wird dann soweit die Kernanlage vergrössert ist, aus dem Material der Körner und Körnchen gebildet; die Betheiligung ist eine direkte, wenn Körner und Körnchen unmittelbar mit einander zur Bildung der Hülle oder, seitens der Körnchen wenigstens, auch zur Bildung peripherer Stromatheile verschmelzen. An Bildung eines und desselben Kerns können aber die Körnchen sich sowohl in direkter wie in indirekter Weise betheiligen, wenn die Hülle sich innerhalb der Körnchenschicht direkt aus verschmolzenen Körnchen entwickelt hat, während die ursprünglich ausserhalb der Kernanlage gelegenen, jetzt von der Kernmembran umschlossenen und zu Theilen des Kerns gewordenen Körnchen nicht direkt zur Bildung von Stromatheilen verschmelzen, sondern verblassen, schwinden und nur Material zur nachträglichen Bildung der letzteren liefern. — Nach ihrer Bildung verkleinern sich die Kerne wie die in Körnerzellen entstandenen sehr häufig, verändern ihre Form und manche werden schliesslich ganz homogen.

Die beträchtliche Grösse des Kerns gegenüber der der Anlage, aus welcher er hervorgegangen ist, fällt, wie bei den Körnerzellen, häufig ohne Weiteres auf, ausserdem lieferten Messungen darüber bestimmtere Anhaltepunkte. Zu denselben wurden nur Kernanlagen benutzt, deren grösster Durchmesser in die Gesichtsebene fiel, nicht senkrecht zu derselben gestellt war, da im letzteren Falle natürlich bei Abrundung des sich bildenden Kerns der Längen- und Breitendurchmesser desselben auf Kosten des Tiefendurchmessers eine Vergrösserung erfahren können, ohne dass eine Vergrösserung der Kernanlage vorausgegangen ist. An 5 Körnchenzellen wurden die Kernanlagen wie die aus ihnen hervorgegangenen Kerne gemessen und die letzteren wiederholt, wenn sich unmittelbar nach ihrer Bildung ihre Form und Grösse weiter verändert hatte, wobei sich die folgenden Werthe ergaben, die der leichteren Uebersicht wegen in den Zahlen der Theilstriche des Okularmikrometers wiedergegeben sind, da es hier nur auf die relativen Grössenverhältnisse der bezüglichen einzelnen Kernanlagen und Kerne ankommt:

	1.			2.			3.			4.				5.	
Längendurchmesser	8	8	9	8	9	11	9	14	13	8	14	13	12	13	11
Breitendurchmesser	7	8	9	6	7	9	8	8	9	6	7	11	11	10	11

von Kernanlage
und Kern

Wenn ovale Kernanlagen sich abrunden, so wird die Zunahme des einen Durchmessers mehr oder weniger durch eine entsprechende Abnahme des andern kompensirt werden wie in 5; durch aktive Bewegungen der sich bildenden Hüllentheile wie durch einen Zug seitens der mit ihnen noch zusammenhängenden Stränge des Zellkörpers kann vielleicht eine geringe Vergrösserung des Kerns, wie in 1, bewirkt werden, während beträchtlichere Zunahmen des einen oder anderen oder beider Kerndurchmesser, wie in 2, 3 und 4, immer auf eine Betheiligung der Körnchen an der Kernbildung hinweisen.

Setzt man dem Blutstropfen circa $^1/_3$ seines Volumens Wasser zu, so erfahren die Kernanlagen allmählig eine Quellung und die Kerne sind dann, wenn sie sich nicht bald nach Anfertigung des Präparates gebildet haben, schon aus diesem Grunde grösser als die betreffenden Kernanlagen. Die Grössendifferenz zwischen beiden wird aber natürlich noch auffallender, wenn sich ausserdem Körner und Körnchen an der Bildung des Kerns betheiligt haben.

	Körnchenzellen							
	1.		2.		3.		4.	
Längendurchmesser . . .	10	14	11	12	12	17	14	17
Breitendurchmesser . . .	8	13	7	11	10	12	6	13

von Kernanlage und Kern

	Körnerzellen					
	1.		2.		3.	
Längendurchmesser . . .	12	14	10	12	10	16
Breitendurchmesser . . .	5	11	8	11	6	12

des Kerns und der Kernanlage

Lässt man die Körnchenzelle 2 und die Körnerzelle 2 unberücksichtigt, da die Grössenzunahme des Kerns in beiden vielleicht vorwiegend oder ausschliesslich durch die Quellung der Kernanlage bedingt war, so sind doch in den übrigen Zellen die Grössendifferenzen zwischen Kern und Kernanlage so beträchtliche, dass sie nur auf Betheiligung der Körner und Körnchen an der Kernbildung zurückgeführt werden können.

Ausserordentlich wechselnd sind die Vorgänge bei der Bildung des Kerns — gleichviel ob derselbe aus einer vergrösserten oder aus einer nicht vergrösserten Kernanlage sich entwickelt hat — nach der Schnelligkeit, mit welcher Stroma und Hülle sich bilden, nach ihrer gleichzeitigen oder successiven Entstehung und je nachdem sie sofort glänzend und scharf umschrieben vortreten oder zunächst ein blasses, verwaschenes Aussehen darbieten und allmählig und nach einander oder rasch und gleichzeitig ein glänzendes Aussehen und scharfe Kontouren erhalten. Bei rascher Bildung des Kerns entstehen Stroma und Hülle gleichzeitig, wenigstens lässt sich dann ein Entstehen des Stromas nach dem der Hülle nicht und ebensowenig das umgekehrte Verhalten konstatiren. Bei langsamer Bildung des Kerns tritt dagegen meist zuerst die Hülle auf und häufig wird dieselbe gar nicht gleichzeitig in ihrer ganzen Ausdehnung, sondern in ihren einzelnen Abschnitten nach einander angelegt. Das gleiche Verhalten zeigen dann auch die Stromatheile, indem dieselben in zunehmender Zahl nach einander auftauchen und Hülle wie Stroma bleiben unter diesen Umständen häufig längere Zeit, 2 Stunden und länger, blass um dann, nachdem die Körner und Körnchen schon ganz oder zum grössten Theil geschwunden sind, allmählig oder rasch ein glänzendes Aussehen zu erlangen. Verhältnissmässig selten ging die Bildung des Stroma der der Hülle voraus.

Da der Kern als solcher nicht präexistirt, liegt die Frage nahe, wie es kommt, dass überhaupt eine besondere Kernmembran gebildet wird, die zwar Lücken in wechselnder Zahl und Weite aufweist, aber doch in ihrer grössten Ausdehnung in der Regel die Formelemente in dichterer Aneinanderlagerung enthält als das Kerninnere, und mitunter eine solide Beschaffenheit und eine beträchtliche Dicke erlangt. Die Entstehung einer besonderen Hülle wird — abgesehen von ihrer Bildung durch Verschmelzen von Körnern und Körnchen — ohne Zweifel begünstigt, wenn die Peripherie der Kernanlage bereits eine zarte Hülle besitzt oder überhaupt geformte Theile in dichterer Aneinanderlagerung enthält als das Innere der Kernanlage; da sich ferner sehr häufig die Hülle vor dem Stroma bildet, kann im Bereiche derselben die Stellung der Formelemente schon desshalb eine dichtere werden, weil denselben von Seiten der peripheren Schicht der Kernanlage eine grössere Menge Bildungsmaterial zu Gebote steht, als wenn sich gleichzeitig Stromatheile entwickeln.

Ausserdem verdickt sich sehr wahrscheinlich die erst angelegte oder auch die fertig entwickelte Hülle nachträglich in manchen Fällen auf Kosten der verflüssigten und sich wieder konsolidirenden Substanz von Körnern und Körnchen, während vorhandene Lücken durch Einlagerungen neu gebildeter Theile geschlossen werden. Auch von Seiten des in den Maschen bereits vorhandener Stromatheile enthaltenen Bildungsmaterials kann eine weitere Dickenzunahme nicht blos der letzteren, sondern auch der Membran erfolgen, führt aber dann nicht oder nicht immer zu einer gleichmässigen Dickenzunahme der Membran, sondern zur Bildung einzelner zackiger, knotiger oder leistenförmiger Auftreibungen derselben, die in das Kerninnere prominiren. Es ist ausserdem in Betracht zu ziehen, dass überhaupt nicht nothwendig das ganze vorhandene Bildungsmaterial der Kernanlage in der Bildung der deutlich unterscheidbaren Formbestandtheile des Kerns aufzugehen braucht und dass möglicherweise eine gleichmässigere und vollständigere Differenzirung desselben in der Peripherie der Kernanlage für sich allein schon zur Bildung der Kernmembran führen kann.

Rücksichtlich der Beschaffenheit von Hülle und Stroma zeigen die Kerne, in welchen die erstere allein oder auch Theile des letzteren aus dem Material der Körner und Körnchen gebildet worden sind, ganz dieselbe Beschaffenheit wie Kerne, in welchen dies nicht der Fall war, so dass sich aus dem blossen Aussehen der Kerne, abgesehen von ihrer Grösse, gar keine Anhaltepunkte dafür gewinnen lassen, ob an ihrer Bildung Körner und Körnchen sich betheiligt haben oder nicht. Nur wenn die letzteren direkt miteinander zur Bildung der Hülle verschmolzen sind, behält dieselbe, wie erwähnt, noch einige Zeit eine gelbliche Färbung.

Die Bildung des Kerns erfolgt sehr häufig gleichzeitig und ebenso rasch wie das Einschmelzen einer Gruppe von Körnern oder Körnchen, der Eintritt des einen Vorgangs ist aber nicht nothwendig an den des andern geknüpft, da sich in vereinzelten Zellen mit noch ganz unveränderter Körner- oder Körnchenschicht ausgebildete Kerne finden und auf der anderen Seite nach Schwund des grössten Theils der Körner und Körnchen Kernanlagen und blasse Kerne mitunter noch 1—2 Stunden unverändert bleiben, ehe sie sich allmählig in einen glänzenden Kern umwandeln.

Während der Verflüssigung der Körnchen und der Bildung des Kerns nimmt das Hyaloplasma, ganz wie bei den Körner-

zellen, unter mehr oder weniger lebhaften, von Abschnürungsvorgängen begleiteten Bewegungen und Fortsatzbildungen sehr beträchtlich an Volumen zu, wird sehr schwach lichtbrechend und schwer zu begrenzen, zieht sich aber nachträglich, mitunter unter gleichzeitiger Bildung einer Hülle wieder zusammen, und aus seiner vorher ganz homogenen Substanz differenziren sich mitunter nachträglich einzelne Körnchen und Fäden oder es erhält ein blass und feingranulirtes Aussehen. Gleichzeitig verkleinert sich häufig der Kern und erfährt dieselben Veränderungen wie in umgebildeten Körnerzellen.

Vereinzelt trifft man im Blut neben sparsameren oder zahlreicheren freien Körnern Klumpen von Hyaloplasma, welche nur einen kleinen Körnerhaufen, aber weder einen Kern, noch eine Kernanlage einschliessen und sich wahrscheinlich von den Zellen abgeschnürt haben. Sie zeigen ganz ähnliche, mitunter noch lebhaftere Formveränderungen und Fortsatzbildungen wie sie die Zellen darbieten. Benachbarte Körner verschmelzen häufig zu derberen Gebilden, die sich wieder zu kleineren Körnern sondern, im Verlaufe von $^1/_2$—2 Stunden schwinden die Körner aber ganz in derselben Weise wie die in Zellen eingeschlossenen, und es bleibt schliesslich ein heller, blasser, nicht scharf begrenzter rundlicher Körper von homogener oder zart granulirter Beschaffenheit zurück, der mitunter beträchtlich kleiner ist als der Körnerhaufen ursprünglich war, was sich wahrscheinlich auf Abschnürungen einzelner Portionen zurückführen lässt, die sich bei der grossen Blässe und der nicht scharfen Begrenzung des Hyaloplasma sehr leicht der Wahrnehmung entziehen können.

Die frei im Blut suspendirten Körner von gewöhnlicher Beschaffenheit erhalten im Verlaufe von 1—2 Stunden zum Theil ein sehr blasses, mitunter zart granulirtes Aussehen, so dass sie kaum noch zu unterscheiden sind, zum Theil schwinden sie ganz, während andere noch nach 6 Stunden ihr Aussehen nicht verändert hatten. Im Blute mancher Krebse sind vereinzelt oder in grösserer Zahl freie und sehr beträchtlich vergrösserte Körner enthalten, die nicht selten die Grösse eines Kerns erreichen, meist einen starken Glanz und ein ganz homogenes Aussehen besitzen, und ebenso finden sich solche Körner in zahlreichen Zellen allein oder neben solchen von gewöhnlicher Beschaffenheit. Die Zellen sind entsprechend der Grössenzunahme der Körner und der Zahl der vergrösserten Körner mehr oder weniger beträchtlich vergrössert und eine die Körner umschliessende

Schicht Hyaloplasma fehlt häufig vollständig. Sowohl die freien als die in Zellen eingeschlossenen vergrösserten Körner verblassen bald schon im Verlaufe $^1/_2$ Stunde, bald erst nach 6—12 Stunden und ihr vorher ganz homogenes Innere bekommt stellenweise eine fein granulirte Beschaffenheit und schliesst ausserdem einzelne glänzende, gruppenweise dichter zusammenliegende Körnchen ein. Zellen mit vergrösserten Körnern und freie vergrösserte Körner kommen nicht nur im Blut absterbender Krebse, sondern auch im Blut von ganz kräftigen frischen Exemplaren vor, und es können deshalb diese Veränderungen für sich nicht als ein Zeichen des Absterbens des Thiers angesehen werden. Wird das Blut unter Anwendung starken Drucks aus den Extremitäten ausgepresst, so können durch Zerquetschen der Muskeln die zwischen Sarkolemma und quergestreifter Substanz befindlichen Körner frei werden, dieselben unterscheiden sich aber von denen der Zellen durch ihr beträchtlich geringeres Brechungsvermögen.

Um zu konstatiren, ob nach Ablauf der geschilderten Umbildungen noch weitere Veränderungen an den Zellen eintreten und ob dieselben die Fähigkeit zu amöboiden Bewegungen ganz verloren haben, wurde das Verhalten derselben in durch Fettabschluss vor dem Verdunsten geschützten Präparaten im Verlaufe von 6—12 Stunden kontrolirt. Es zeigte sich, dass die Zellen, welche innerhalb der ersten Stunde nach Ablauf der Umbildungen sich nicht verkleinert haben, auch später sich nicht oder nur unmerklich zusammenziehen. An Zellen mit nicht sehr mächtiger Körner- oder Körnchenschicht wurde nach Schwinden der letzteren und nachdem die Bewegungen der Zelle seit einiger Zeit erloschen waren, vor oder nach beginnender Zusammenziehung derselben mitunter das Vortreten von blassen, hyalinen Buckeln an beschränkten Stellen des Zellumfangs beobachtet, die sich wieder zurückbildeten oder, nachdem sie kurze Zeit ihre Form gewechselt, sich nicht weiter veränderten. Ebenso kam es mitunter zur Abschnürung von kleinen runden Portionen der Zellsubstanz. Ein Paar Mal hatte sich das Hyaloplasma nach Verflüssigung der Körnchen rasch und bis dicht um den Kern zusammengezogen, breitete sich aber auch dann nach Verlauf einer Stunde wieder etwas aus und trieb gleichzeitig kleine buckelförmige Fortsätze vor. Da die gebildeten Fortsätze ganz denen gleichen, welche sich auch an noch unveränderten Zellen entwickeln, da sie ihre Form ändern und sich wieder zurückbilden können, liegt kein Grund vor, sie für etwas Anderes als für Aeusserungen der noch nicht erlosche-

nen Lebensthätigkeiten der Zelle zu halten. An den Kernen wurden ausser den bereits erwähnten, in den ersten 1—2 Stunden eintretenden Veränderungen keine weiteren wahrgenommen. Nur vereinzelt fanden sich ziemlich unveränderte Körnerzellen und Zellen, deren Kernanlage sich nach Schwund der Körner und Körnchen vergrössert, ihre homogene oder granulirte Beschaffenheit behalten oder sich in einen blassen Kern umgewandelt hatte (Fig. 10, *b*, *c* u. *d*). Die Könerzelle *a* Fig. 10 hatte während 4 Stunden ununterbrochen bald lebhafte, bald träge Bewegungen gezeigt, bis gegen Ende der Beobachtungszeit die Körner zum grössten Theil miteinander zu einer homogenen Masse verschmolzen, während die Kernanlage unverändert blieb.

Die schon im frischen Blutpräparat in wechselnder Zahl enthaltenen, innerhalb der Gefässe aus Umbildung der Körner- und Körnchenzellen wie der im Folgenden beschriebenen Zellen hervorgegangenen kernhaltigen Rundzellen besitzen fast sämmtlich eine runde oder ovale Gestalt, lassen Bewegungen und Formveränderungen nicht oder nur selten wahrnehmen und ihr glänzender Kern wird von einer meist wenig mächtigen Schicht hyalinen oder nur sparsamen Körnchen einschliessenden Plasmas umschlossen, die an Dicke die Kernhülle mitunter nur um das Doppelte oder Dreifache übertrifft und häufig durch eine zarte Membran begrenzt wird. Die bei vielen Zellen auffallend geringe Mächtigkeit des Hyaloplasmas lässt sich vielleicht auf das wiederholte Statthaben von Abschnürungsvorgängen zurückführen, da dem Umfang der Zelle mitunter noch einzelne abgeschnürte Hyaloplasmakugeln anhaften.

Ausser den beschriebenen Zellformen finden sich im Blut, wenn auch nur vereinzelt und immer viel seltener als die Körner- und Körnchenzellen spindelförmige oder ovale Zellen, welche eine Kernanlage oder einen blassen Kern enthalten. Der Zellkörper ist ganz homogen oder fein und blass granulirt, mitunter blass genetzt, schliesst Körner gar nicht und glänzende Körnchen ebenfalls nicht oder nicht in erheblicher Menge und in mehr oder weniger gleichmässiger Vertheilung ein. Rasch oder im Verlaufe einer halben Stunde wandeln sich die Kernanlage oder der blasse Kern, häufig unter Formveränderungen und unter Grössenzunahme, in einen glänzenden Kern um, während das Plasma unter Schwinden seiner blassen Granulirung und ohne eine erhebliche Volumenszunahme zu erfahren, homogen wird und sich allmählig immer dichter um den Kern zusammenzieht. Es unterscheiden

sich demnach diese Zellen von den Körner- und Körnchenzellen nur dadurch, dass ihr Plasma entweder keine Körnchen enthält, ganz homogen ist, oder vorwiegend blasse Körnchen und blasse Netze. Da aber in den Körnchenzellen neben den glänzenden sich immer auch blasse Körnchen finden und die glänzenden, wenn sie allmählig verschwinden, vorher verblassen, würde es kaum gerechtfertigt sein, diese Zellform als eine besondere zu erwähnen, wenn sie nicht in sofern von Interesse wäre, als die blassen Kerne hier Umbildungen ihrer Stromatheile und Hülle sehr deutlich erkennen lassen. In Körner- und Körnchenzellen wurde die langsame Umwandlung eines blassen in ein glänzendes Stroma verfolgt und es kommt dabei wohl zu Veränderungen in der Form und Dicke der einzelnen Stromatheile, indessen wurde hier wenigstens nicht beobachtet, dass dieselben, nachdem sie sich einmal entwickelt, auch wieder schwinden können, um sich dann von Neuem zu bilden. In den Zellen mit blass granulirtem oder homogenen Plasma ändert dagegen das blasse Kernstroma, ehe es zu einem bleibenden, glänzenden umgebildet wird, bald rasch, bald langsam seine Beschaffenheit, die Form, Zahl, Anordnung und Vertheilung wie das Brechungsvermögen der vorhandenen Stromatheile unterliegen einem Wechsel, der sich bald sehr rasch, bald langsam unter längeren Stillständen vollzieht und dann leicht übersehen werden kann.

1) Einzelne knotige oder strangförmige Stromatheile verändern ihre Form, Stärke und gleichzeitig häufig ihre gegenseitige Lage. Während einzelne ihrer zackigen Fortsätze schwinden, bilden sich andere, kernkörperchenartige Gebilde verlängern sich, strangförmige verlängern oder verkürzen sich und bekommen partielle Verdickungen, die sich wieder zurückbilden können. Benachbarte Stromatheile werden durch neugebildete Brücken verbunden oder fliessen zusammen und die grossen und derben, aus ihrer Vereinigung entstandenen Gebilde verändern zwar ebenfalls ihre Form und Lage, werden aber nicht immer wieder zurückgebildet, sondern verdichten sich und werden zu Bestandtheilen des glänzenden Kernstromas.

2) Eine grössere oder geringere Anzahl von Stromatheilen entsteht und vergeht während der Beobachtung. Fäden, Stränge und Knoten sondern sich zu Körnchen oder verblassen und schwinden und gleichzeitig entwickeln sich neue Stromatheile, die zum Theil untereinander und mit den bereits vorhandenen verschmelzen und ebenfalls ihre Form bald rasch, bald allmählig ändern,

so dass während der Beobachtung sich nach und nach der ganze Typus des Stromas ändert, z. B. an Stelle eines vorwiegend fädigen Stromas ein solches tritt, das neben derberen Körnchen und knotigen Bildungen nur spärliche Fäden enthält. In ganz entsprechender Weise sieht man stellenweise sich eine zarte oder derbere Hülle bilden, die sich wieder zu einzelnen Körnchen sondert oder unter allmähligem Blässer- und Feinerwerden ganz schwindet, und man kann diesen Vorgang an derselben Stelle nicht blos einmal, sondern wiederholt beobachten.

3) Einzelne Stromatheile oder eine Anzahl derselben werden mitunter rasch oder allmählig deutlicher und dunkler, um dann wieder zu verblassen.

Nachdem dieser Wechsel in der Beschaffenheit des blassen Stromas kürzere oder längere Zeit gedauert, werden seine Theile dauernd dunkler und deutlicher kontourirt, sie wie die Hülle bekommen rasch, innerhalb weniger Sekunden, oder allmählig ein glänzendes Aussehen, und der so entstandene glänzende Kern verändert sich nicht weiter oder zieht sich nachträglich zusammen.

Die Umbildungen des Kernstromas sind aber, wenn sie mit einiger Lebhaftigkeit vor sich gehen, auch mit Aenderungen der ganzen Kernform verbunden oder mit der Bildung vorübergehend auftretender knickförmiger oder buchtiger Einziehungen und winkliger Vorsprünge, die an wechselnden Stellen des Kernumfangs auftreten.

Einmal bildete sich das glänzende Stroma gar nicht aus dem ganzen Stroma des blassen Kerns, sondern nur aus den mittleren und inneren Schichten desselben, während die Fäden und Stränge der äusseren, peripheren Schicht sich aus ihren Verbindungen lösten und sich zu einzelnen Körnchen sonderten, die dann ausserhalb des neuen glänzenden Kerns lagen. In ganz entsprechender Weise war auch nach Einleiten inducirter Ströme die Bildung des glänzenden Kerns aus nur einem Theil der Kernanlage beobachtet worden. Es können mithin nicht blos nukleinhaltige Einlagerungen des Hyaloplasmas, die Körner und Körnchen, zur Bildung des glänzenden Kerns verwendet werden, sondern es können auch umgekehrt bei Bildung eines solchen Theile der Kernanlage oder des blassen Kerns abgetrennt und damit zu Theilen des Zellkörpers werden, so dass dann der glänzende Kern kleiner ist als der blasse Kern oder die Kernanlage, aus denen er hervorgegangen ist.

Ueber Formveränderungen der Kerne wie über Beweg-

lichkeit, Um- und Neubildungen des Kernstromas und der Kernhülle liegen bereits eine Anzahl Beobachtungen vor.

Prudden[1]) sah in den Kernen der Knorpelzellen vom Hyalinknorpel des Froschs einzelne Fäden verschwinden und wiedererscheinen.

Stricker[2]) beobachtete an den Kernen der Blutkörper von Fröschen und Tritonen, wie an den Kernen von Flimmerepithelien Bewegungen des Stromas und der Hülle. Die letztere zeigt an wechselnden Stellen Unterbrechungen, die $^1|_3 - ^1|_2$ ihres Umfangs betragen können, schwindet stellenweise, um sich dann von Neuem zu bilden, und gestattet bei dem Wechsel in der Bildung und Rückbildung einzelner Abschnitte ihres Umfangs ein Grösser- und Kleinerwerden des Kerns. Benachbarte Kerne können ganz miteinander verschmelzen, um sich dann wieder zu theilen. Da das bewegliche Innengerüst durch die Lücken der Hülle kontinuirlich in den Zellleib übergeht, stellt die Hülle nur eine Zone des Zellleibes dar in einem gewissen Zustande, der sich durch Aussehen und durch die Essigsäurereaktion zu erkennen giebt. Die Kernkörperchen sind Bestandtheile des amöboiden Retikulum oder Reste desselben, wenn es zerreisst; in Kernen mit lebhaft amöboidem Retikulum entstehen und schwinden die Knotenpunkte desselben unter den Augen. Es ändert sich aber nicht nur die Beschaffenheit der Hülle und der Theile des Inneren, sondern es schwinden auch die ganzen Kerne, entstehen von Neuem und verschmelzen untereinander. Mit Bildung des Kerns aus dem Protoplasma geht ein chemischer Prozess einher, so dass nach Zusatz von Essigsäure der Kern fixirt, glänzend und scharf kontourirt wird, während der Zellkörper quillt. Bei seiner Rückbildung wandelt sich der Kern wieder in Protoplasma um.

Freie Kerne entstehen dadurch, dass das Protoplasma sich ganz in den Kern zurückzieht, aus dem es gelegentlich wieder vorbrechen kann.

Ebenso hat Unger[3]) an Kernen aus verschiedenen Geweben (Epithelien der Nickhaut und Hornhaut, der Mundhöhlen-, Magen- und Darmschleimhaut, der Harnblase, ebenso in Kernen der glatten und quergestreiften Muskelfasern und der Intervertebralganglien) theils Bewegungen des Gerüsts allein beobachtet, theils

---

[1]) Virchow's Archiv. Bd. 75.

[2]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Bd. 76, III[te] Abth. 1877.

[3]) Stricker, medic. Jahrbücher. 1878.

auch Bewegungen und Formveränderungen der Hülle, das Auftreten und Wiederschwinden von Fortsätzen der letzteren wie das Auftreten und sich Wiederschliessen von Lücken.

Peremeschko[1]) sah in den Kernen aus den Epithelien des Schwanzes und der Schwanzflossen von Tritonen die Fäden der Netze sich verlängern und verkürzen, verdicken, verdünnen, sich beugen und strecken, während dabei der Kern schwache Lokomotionen ausführte.

Leichte Formveränderungen der Kernoberfläche sind von Schleicher[2]) an Knorpelzellen, von Flemming[3]) an Kernen verschiedener Gewebe wahrgenommen worden. Flemming sah an den Kernen der Epithelzellen der Schwanzflossen der Salamanderlarve Veränderungen in der Anordnung, Tiefe und Weite der Buchten ihres Umrisses und ähnliche Formveränderungen an den Membranen von Bindesubstanz- und Knorpelzellenkernen eintreten; er sah Wanderzellen, deren Plasma nur Anhäufungen an den Polen des gestreckten Kerns bildete, sich abrunden und glaubt, dass diese Vorgänge sich ebenso gut auf Verschiebungen der umgebenden Zellsubstanz und auf die fortdauernden Diffusions- und Stoffumsatzvorgänge zwischen Kern und Zellsubstanz beziehen lassen, als auf etwaige Kontraktionskräfte, die im Innern des Kerns ihren Sitz haben.

Von Weismann[4]) wurden lebhafte Gestaltveränderungen des vorderen und hinteren Polkerns im Ei von Schlupfwespen beobachtet. Weismann bezeichnet die Gestaltveränderungen ausdrücklich als amöboide Bewegungen mit dem Bemerken, dass in dem den Kern umgebenden körnerhaltigen Protoplasma dabei keine Bewegungen wahrnehmbar waren.

In den Krebsblutkörpern sind Formveränderungen des sich entwickelnden glänzenden Kerns schon in meiner früheren Mittheilung von mir beschrieben worden; dieselben sind, wie man sich leicht überzeugt, abhängig von Bewegungen der noch in der Umbildung begriffenen Theile der Hülle und des Stromas. Ebenso sind die Formveränderungen der blassen Kerne mit beweglichem und sich umbildenden Stroma auf die Bewegungen und Umbildun-

---

[1]) Archiv für mikroskop. Anatomie Bd. 16.

[2]) Bulletin de l'Acad. royale de Belg. 1879. 2 Ser. t. 47, Nr. 6.

[3]) Archiv für mikroskop. Anatomie Bd. 16; Zellsubstanz, Kern, Zelltheilung. 1882. S. 97.

[4]) Beiträge zur Kenntniss der ersten Entwickelungsvorgänge im Insektenei. Bonn 1882. S. 80.

gen der Stromatheile zurückzuführen und es gewinnt unter diesen Umständen die oben geäusserte Vermuthung an Wahrscheinlichkeit, dass auch die buckligen und zackigen Vortreibungen, welche an den Kernanlagen vortreten und wieder schwinden, als aktive Bewegungserscheinungen aufzufassen sind.

Die von Stricker in Leukocyten von Fröschen und Tritonen, von mir[1]) in den Leukocyten von Fröschen und Kröten an den Kernen wahrgenommenen Vorgänge sind denen in den blassen Kernen von Krebsblutkörpern sehr ähnlich, so weit es sich um Um- und Neubildung von Hüllen- und Stromatheilen handelt, während in anderen Beziehungen die Kerne wie die geformten Theile des Zellkörpers in beiden Zellformen ein wesentlich verschiedenes Verhalten darbieten.

Den amöboiden Leukocyten der Batrachier fehlt eine Kernanlage, in den wenig beweglichen Zellen findet sich zwar häufig ein von den glänzenden, gelblichen Körnchen umschlossener homogener oder blass granulirter Körper, derselbe verändert sich aber spontan nicht und wandelt sich nur unter dem Einfluss inducirter Ströme in einen Kern oder einen kernartigen Körper um. In den amöboiden Zellen dagegen können sich Kerne aus jedem Abschnitt des Körnchenplasmas bilden, miteinander verschmelzen, sich theilen und wieder verschwinden, das letztere aber selbst erfährt, wie von mir nachgewiesen wurde, gleichzeitig noch Veränderungen, die ihrer Art nach denen ganz ähnlich sind, welche zur Bildung von Kernen führen. Feine und blasse Körnchen verschmelzen zu derberen und dunkleren, zu kurzen oder zu längeren Fäden und mitunter zu einem das Körnchenplasma durchziehenden verästelten Reiserwerk, es entstehen Vakuolen, die von kleinen Kernen gar nicht zu unterscheiden sind, ohne dass aber hier diese Bildungen von dauerndem Bestande wären. In den Krebsblutkörpern laufen dagegen die Veränderungen in einer bestimmten Reihenfolge ab und führen zur Bildung einer Zelle und eines Kerns, die sich nicht wesentlich weiter verändern und die eine von der ursprünglichen vollkommen verschiedene Beschaffenheit besitzen. Aus dem Material der Körner und Körnchen können sich zwar wiederholt Netze bilden und zurückbilden, früher oder später aber verflüssigen sich dieselben in dem Hyaloplasma, ein einmal glänzend gewordener Kern sondert sich nicht wieder zu einzelnen Körnchen und Fäden

---

[1]) Sitzungsbericht der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaften v. 10. Nov. 1882.

und entwickelt sich ausserdem nur aus der Kernanlage oder aus einem aus der letzteren hervorgegangenen blassen Kern, also aus einem präformirten Körper. Die Körner und Körnchen können sich an seiner Bildung in wechselnder Weise betheiligen, sie können aber nicht, wie in den Froschblutkörpern, durch ihr blasses Verschmelzen seine Bildung bewirken. Dagegen erfolgt die Grössenzunahme blasser oder glänzender Kerne in den Froschblutkörpern in ähnlicher Weise wie die Grössenzunahme der Kernanlage in Krebsblutkörpern. In den ersteren schwindet die bereits vorhandene Hülle, indem sie sich zu einzelnen verblassenden Körnchen sondert, während aus verschmelzenden Körnchen des umgebenden Körnchenplasmas sich eine neue Hülle bildet; in den letzteren wächst der Umfang der Kernanlage durch Apposition neuen Materials seitens verflüssigter Körnchen und Körner oder es entsteht die Kernhülle, unter Umständen auch der periphere Theil des Stromas aus direkt miteinander verschmelzenden Körnern und Körnchen. Die Analogie im Verhalten der Krebsblutkörper und der Froschblutkörper bezüglich der Kernbildung beschränkt sich also auf die letzteren Vorgänge und darauf, dass das Stroma und die Hülle der blassen Kerne in den Zellen beiderlei Art bewegliche und veränderliche Bildungen sind und früher oder später, in den Froschblutkörpern sehr häufig, in den Krebsblutkörpern regelmässig, eine glänzende Beschaffenheit erlangen. Die einmal glänzend gewordenen Kerne bilden sich in den Krebsblutkörpern nicht wieder zurück, bei den Kernen der Froschblutkörper ist dies dagegen der Fall.

Auch in Betreff der Wirkung der Essigsäure zeigen die Froschblutkörper und die Krebsblutkörper nur insoweit ein übereinstimmendes Verhalten als in beiden blasse Kerne glänzend und scharf kontourirt werden; in den Froschblutkörpern werden gleichzeitig die Körnchen und Fäden des Körnchenplasmas deutlicher, während die homogenen oder nur sehr blass granulirten Abschnitte des Zellkörpers quellen. In den Krebsblutkörpern quillt das Hyaloplasma nicht, die Körner differenziren sich zu Körnchen und Fäden und in der Kernanlage kommt es zur Neubildung dunkler, sehr dicht gestellter und scharf umschriebener Körnchen, so dass meist nur ein kernartiger aber dabei von spontan entstandenen Kernen sehr verschiedener Körper entsteht.

Eine sehr auffallende und bisher übersehene Erscheinung an den farblosen Froschblutkörpern ist das mitunter eintretende Verblassen derselben bis zu ihrem fast völligen Verschwinden. Es

beruht auf einer vorübergehenden Verflüssigung aller geformten Zellbestandtheile, die sich nach kürzerer oder längerer Zeit von Neuem aus der homogen gewordenen Zellsubstanz differenziren. In den Krebsblutkörpern scheint die Verflüssigung der Körner und Körnchen und die Vermischung ihrer Substanz mit dem an Volumen zunehmenden Hyaloplasma auf ähnlichen molekularen Veränderungen zu beruhen, indessen treten hier die Körner und Körnchen in der früheren Weise überhaupt nicht wieder hervor und auch nur in einem Theil der Zellen erhält das Plasma nachträglich, nach seiner bereits eingetretenen Zusammenziehung eine feinkörnige Beschaffenheit.

Die Vorgänge, welche bei der Kernbildung in den Blutkörpern der Batrachier und Krebse stattfinden genügen für sich schon, um zu zeigen, dass es nicht statthaft ist, einen Modus der Kernbildung als den ausschliesslich gültigen hinzustellen. In den Froschblutkörpern entstehen Gebilde die ganz allgemein als Kerne angesehen werden innerhalb des Körnchenplasmas aus Körnchen und Fäden, die miteinander zur Bildung der Hülle und der Stromatheile verschmelzen, in den Krebsblutkörpern entstehen dagegen die Kerne aus der Kernanlage, aber nicht in Folge einer Vakuolisirung derselben, sondern in Folge einer Verdichtung ihrer Substanz zu den Elementen der Hülle und des Stromas. In Betreff der Krebsblutkörper stimmen somit diese Befunde mit der Angabe von Bütschli[1]) überein, dass Membran und Innenkörper der thierischen Kerne Differenzirungsprodukte eines ursprünglich homogenen Körpers sind.

Eine Betheiligung des Protoplasma an Bildung des Kerns ist bereits von Auerbach[2]) angenommen, wenn auch nicht thatsächlich begründet worden; nach ihm entsteht die Kernwandung aus dem ersteren, gehört aber nach ihrer einmal erfolgten Bildung wesentlich dem Kerne zu. Ebenso vermisse ich die Begründung für die Ansicht von R. Hertwig[3]), dass (in Eizellen) das Netzwerk des Kerns sich aus dem Protoplasma bildet, während die Kernkörperchen den Kern als solchen konstituiren und Träger der Kernfunktionen sind. Dass an der Kernbildung sich in einer der geschilderten ähnlichen Weise auch in anderen Zellen körnige

[1]) Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle. Abhandlungen der Senkenbergschen naturforsch. Gesellschaft. Bd. X.

[2]) Organologische Studien. Heft I, S. 12. 1874.

[3]) Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kernformen. Morph. Jahrb. Bd. II, 1876. S. 77.

oder netzförmige Bestandtheile derselben betheiligen können ist sehr wahrscheinlich, immer aber wird es sich dabei um Umbildung eines dem Nuclein nahe stehenden Körpers handeln und nicht um Verdichtung des Zellplasma als solchem.

Die folgenden Beobachtungen zeigen, dass Umbildungen des Kernstromas auch in lebenden Pflanzenzellen vorkommen, während andere Male ihr Eintritt bezeichnend ist für das Absterben des Kerns und der Zelle.

Die blassen Kerne der Staubfädenhaare von Tradescantia v. verändern mit Eintritt des Absterbens der Zelle ihre Struktur in sehr auffallender Weise. Ihre blassen, häufig als Knotenpunkte sehr engmaschiger Netze vortretenden Körnchen verschmelzen untereinander zu derberen, dunkleren, etwas glänzenden Körnchen oder zu Fäden und Strängen, die zum Theil untereinander verbunden sind oder es bekommt der ganze Kern ein homogenes, glänzendes Aussehen. Auf der anderen Seite wurde von mir das Glänzendwerden blasser Stromatheile an einem lebenden Kern innerhalb einer Blattepidermiszelle von Sanseviera carnea [1]) beobachtet. Während der Kern langsam dem einen Zellende zufloss flachte er sich einseitig ab, streckte sich, wurde sichel- dann halbmondförmig und schliesslich oval. Gleichzeitig änderte sich die Beschaffenheit seines Innern, die Stärke, Anordnung und Vertheilung der Fäden des Stroma, dieselben verblassten vorübergehend und wurden wieder glänzend und als schliesslich der Kern eine ovale Form angenommen hatte und in derselben verharrte, war die Beschaffenheit des Stroma eine ganz andere als Ausgangs der Beobachtung. Da die Bewegung des Kerns eine langsam fliessende und nicht von Drehungen um seine Axe begleitet war, liess sich leicht feststellen, dass der Wechsel in der Form desselben durch die Bewegungen und Umbildungen seines Stromas bedingt war.

Es kann mithin das Auftreten glänzender Kerne an Stelle von blassen ohne Weiteres weder als eine Lebenserscheinung noch als ein Zeichen des Absterbens aufgefasst werden, sondern es bedarf weiterer Anhaltspunkte um im einzelnen Fall darüber Aufschluss zu erhalten. In den Krebsblutkörpern haben die während der Beobachtung entstandenen Kerne genau dieselbe Beschaffen-

---

[1]) Sitzungsberichte der med. naturwiss. Gesellschaft v. 10. Nov. 1882.

heit wie solche in Zellen des frischentnommenen Bluts und im Blut innerhalb der Kiemengefässe. Da aber die glänzenden Kerne bald nach ihrer Bildung sich wohl zusammenziehen und verdichten, können, aber zu amöboiden Bewegungen ihrer Theile überhaupt nicht befähigt sind, fehlt ein sicheres Kriterium für ihr Leben oder Abgestorbensein und wenn auch umgebildete Zellen nach kürzerer oder längerer Zeit wieder anfangen Fortsätze zu entwickeln, so folgt daraus doch nicht nothwendig, dass auch ihren Kernen noch die Eigenschaften zukommen, welche sie in umgebildeten aber innerhalb der Gefässe des lebenden Thiers befindlichen Zellen besitzen.

Nur ganz vereinzelt und in wenigen Präparaten fanden sich im Krebsblut Zellen die weder einen Kern noch eine Kernanlage enthalten und in ihrer ganzen Ausdehnung von einem blassen, zarten Stroma durchsetzt werden, das mitunter Netze, andere Male ein Reiserwerk etwas derberer, längerer und zum Theil unter sich zusammenhängender Fäden bildet. (Fig. 23*a*, 26*a*, 27*a*). Nur einmal wurden an einer solchen Zelle spontan eintretende Veränderungen beobachtet, indem etwa in der Ausdehnung eines grossen Kerns die feinen Reiser derber und glänzender wurden und sich hie und da von einander abschnürten, während sich gleichzeitig die Form und Weite der von ihnen begrenzten Maschenräume änderte. In der Peripherie der Zelle setzten sich die derber gewordenen Fäden unmittelbar in die unverändert gebliebenen fort. Die spontane Bildung eines Kerns wurde nicht beobachtet, während dieselbe unter dem Einfluss inducirter Ströme sehr rasch erfolgte. Es sind Zellen von dieser Beschaffenheit nicht zu verwechseln mit Körnchenzellen, in welchen die Körnchen und die aus ihnen hervorgegangenen Fäden eine etwas ungewöhnliche Vertheilung und Anordnung zeigen; die Zelle ist dann in ihrer ganzen Ausdehnung durchzogen von einem sehr weitmaschigen Gerüst das sich aus Fäden, Körnchenreihen und Gruppen zusammensetzt aber hier in einer der weiteren Maschen eine Kernanlage einschliesst.

Durchmustert man ein eben angefertigtes Blutpräparat so zeigt sich, dass es vorwiegend Körnerzellen, Körnchenzellen und ausserdem die runden oder ovalen Zellen enthält, welche durch die grosse Regelmässigkeit ihrer Form, das Vorhandensein eines glänzenden Kerns und einer denselben bald knapp umschliessenden, bald mächtigeren Schicht von Hyaloplasma ausgezeichnet sind, in welchem Körner überhaupt nicht, Körnchen nur selten und in geringer

Menge eingelagert sind. Spärlicher sind die ovalen oder spindelförmigen Zellen eingestreut, deren Kernanlage oder blasser Kern von einer wechselnd mächtigen Schicht blass granulirter oder zart genetzter Zellsubstanz umgeben wird und nur ganz vereinzelt und selten finden sich die eben erwähnten Zellen, die weder einen Kern noch eine Kernanlage enthalten und deren Körper in seiner ganzen Ausdehnung körnig-fädig differenzirt ist. Unter den Körner- und Körnchenzellen finden sich aber einzelne, deren Körner und Körnchen keine kompakte Schicht mehr bilden, sondern auseinander gerückt sind, Lücken freilassen, sich stellenweise zu Netzen umgebildet haben, während ein Theil der Körner noch vakuolenhaltig ist und daneben finden sich andere, bereits kernhaltige Zellen, die Körner und Körnchen nur noch in spärlicherer Menge einschliessen. Es liess sich kaum bezweifeln, dass diese unmittelbar nach Entnahme des Bluts wahrgenommenen Veränderungen sich schon innerhalb der Gefässe entwickelt hatten und sich ohne Entnahme des Bluts in den letzteren in ähnlicher Weise weiter entwickelt haben würden wie innerhalb der auf dem Objektträger ausgebreiteten Blutschicht. Da aber die Zahl der Zellen, welche schon im eben angefertigten Präparat dieses Verhalten darboten immer eine sehr beschränkte war, so müssen bei oder nach Austritt des Bluts aus den Gefässen molekulare Veränderungen der Zellen eintreten, welche es bewirken, dass in der grossen Mehrzahl derselben sich die Umbildungen vollziehen die ausserdem nur an einer sehr beschränkten Anzahl von ihnen ablaufen. Dem entspricht auch das Verhalten der Zahlen innerhalb der Gefässe.

In den Gefässen der schmäleren, der Untersuchung leicht zugänglichen, unterbundenen Kiemenbüschel finden sich neben einzelnen freien Kernen die gleichen Zellformen wie im frisch entleerten Blut und wie in diesem auch vereinzelt Körner- und Körnchenzellen mit einem blassen Kern der bei manchen schon eine glänzende Hülle besitzt, während Körner und Körnchen bereits auseinander- und zum Theil in die Fortsätze vorgerückt oder stellenweise durch Fadennetze ersetzt sind. In einzelnen Körnerzellen sind die Körner bereits zum Theil vakuolisirt, zum Theil geschwunden oder zu einem Haufen in lebhafter Molekularbewegung begriffener Körnchen zerfallen. Im Verlaufe einer bis zu 6 Stunden nach Anfertigung des Präparats fortgesetzten Beobachtungsdauer schwanden in einzelnen Körnerzellen die Körner zu einem grösseren oder geringeren Theil innerhalb $^1/_4$—1 Stunde unter

Vakuolenbildung oder unter allmähliger Grössenabnahme oder unter Zerfall zu einzelnen Körnchen. Im letzteren Fall bilden sich zunächst stärker brechende nicht scharf umschriebene Stellen, die sich allmählig unter Schwinden des Korns als solchen zu einzelnen distinkten Körnchen sondern. Letztere, wie die Körner selbst verschmelzen mitunter wieder zu derberen, durch Theilungs- und Abschnürungsvorgänge sich verkleinernden Gebilden. Während auf diese Weise die Menge der Körner und Körnchen unter allmähliger Verflüssigung ihrer Substanz mehr und mehr abnimmt wandelt sich der blasse Kern langsam, mitunter erst im Verlaufe von Stunden, in einen glänzenden um; einige Male war diese Umwandlung erfolgt, ohne dass erhebliche Veränderungen der Körner eingetreten wären. Ein Theil der Zellen war in unausgesetzten Bewegungen und Formveränderungen begriffen, die nach etwa halbstündiger Dauer durch Ruhepausen unterbrochen wurden, um dann von Neuem zu beginnen und mitunter so lebhaft waren, dass ganze Reihen und Gruppen von Körnern und Körnchen in die Ausläufer fortgezogen wurden und die Zellen selbst auf nicht unbeträchtliche Strecken fortrückten. Nachdem die Kiemenbüschel für 12 weitere Stunden in Wasser aufbewahrt worden waren, schien die bei Weitem grosse Mehrzahl der Zellen auf den ersten Blick immer noch unverändert zu sein, dagegen waren in ihnen Kernanlagen von blass und fein körnigfädiger Beschaffenheit fast gar nicht enthalten, dieselben waren in Folge von Wasseraufnahme gequollen und meist ganz homogen. In etwas grösserer Zahl als in den ersten 6 Stunden fanden sich in Umbildung begriffene Körner- und Körnchenzellen.

Es erfolgen mithin die Umbildungen der Körner- und Körnchenzellen innerhalb der Gefässe — abgesehen von der Quellung und dem Homogenwerden der Kernanlagen bei längerem Liegen der unterbundenen Kiemenbüschel in Wasser — in ganz analoger Weise wie auf dem Objektträger, nur viel langsamer und immer ist es nur eine beschränkte Anzahl von Zellen, welche denselben unterliegen, während im entleerten Blut die grosse Mehrzahl der Zellen umgewandelt wird. Da nun wie im frisch entleerten Blut, so auch in frischen Kiemenpräparaten sich neben umgebildeten auch einzelne in der Umbildung begriffene Zellen finden, deren Veränderungen sich nicht wohl innerhalb der kurzen, zur Anfertigung des Präparats nöthigen Zeit entwickelt haben konnten, so darf man annehmen, dass eine verhältnissmässig kleine Anzahl von Körner- und Körnchenzellen

schon innerhalb der Gefässe des lebenden Thiers einer sich allmählig und viel langsamer als auf dem Objektträger vollziehenden Umbildung zu kernhaltigen runden oder ovalen Zellen mit körnchenfreiem oder körnchenarmen Hyaloplasma unterliegt.

Die Untersuchung des Bluts abgestorbener Krebse die in Wasser von 8—10° C. aufbewahrt worden waren ergab, dass nach dem Tode des Thiers die Körner- und Körnchenzellen die gleichen Veränderungen erfahren, wie in dem dem lebenden Thier entnommenen Blute und dass der Tod der Zellen erst nach Ablauf dieser Veränderungen eintritt. Nach dem Tode des Thiers nimmt die Menge der in seinem Blute enthaltenen unveränderten Körner- und Körnchenzellen stetig aber wechselnd rasch ab, so dass im Blute mancher Krebse bereits 24 Stunden nach dem Tode des Thiers nur noch vereinzelte enthalten sind, während sie sich im Blute anderer Krebse noch am zweiten Tage nach dem Tode des Thiers in grosser Zahl, in geringerer Menge am 3ten Tage finden und erst am 4ten Tage sämmtlich geschwunden sind. Die im Blute noch enthaltenen Körner- und Körnchenzellen zeigen rücksichtlich ihrer Beschaffenheit, der Formveränderungen, der Bildung und Rückbildung ihrer Fortsätze wie rücksichtlich der Vorgänge bei Bildung des Kerns und bei Verflüssigung der Körner und Körnchen ganz dasselbe Verhalten, wie die Zellen in dem lebenden Krebsen entnommenen Blute, gleichviel ob der Krebs seit einem, zwei oder 3 Tagen abgestorben war und zeigen auch das gleiche Verhalten gegenüber der Einwirkung inducirter Ströme und chemischer Reagentien. Wie in frischen Blutpräparaten von lebenden Krebsen, so finden sich auch in frischen Blutpräparaten von abgestorbenen Krebsen neben unveränderten Körner- und Körnchenzellen solche, in denen die Verflüssigung der Körner und Körnchen bereits mehr oder weniger weit fortgeschritten ist und die einen noch blassen oder einen bereits glänzenden Kern enthalten. Mit Abnahme der Zahl der unveränderten Körner- und Körnchenzellen nimmt die Zahl der umgewandelten Zellen in gleichem Verhältniss zu, die letzteren zeigen aber nur zum Theil dasselbe Aussehen wie im Blut von lebenden Krebsen, zum Theil haben sie sich in Folge ihres Absterbens in mehr oder weniger auffallender Weise verändert und die Menge der abgestorbenen Zellen nimmt mehr und mehr zu, bis schliesslich die Zellen sämmtlich die gleiche Beschaffenheit darbieten. Während Zellen im Blute von lebenden Krebsen sich nach ihrer Umbildung zum Theil wie-

der zusammenziehen, bleibt ihre Zusammenziehung im Blute von todten Krebsen aus oder wird weniger beträchtlich und im Zellkörper treten derbere, dunkle, nicht glänzende Körnchen, und kleine, unregelmässig gestaltete, dunkle Körner und meist kurze Fäden in zunehmender Menge auf, so dass der erstere bei gleichmässig dichter Stellung derselben ein trübes, dunkles Aussehen bekommt, wie es die entsprechenden Zellen aus dem Blute lebender Krebse nie darbieten. Dieselbe Beschaffenheit nimmt auch das Hyaloplasma der kleineren, kernhaltigen runden oder ovalen Zellen an, die sich schon innerhalb der Gefässe des lebenden Thiers aus den Körner- und Körnchenzellen entwickelt haben. Ebenso bekommen die freien wie die in Zellen eingeschlossenen Kerne zum grossen Theil ein dunkleres Aussehen, indem zwischen ihren Stromatheilen theils feine, theils derbere Körnchen in wechselnd dichter Stellung auftreten. Mit Eintritt der Fäulniss entwickeln sich zahlreiche Vibrionen und die Zellen zerfallen allmählig; ihre Kontouren werden unregelmässig, sehen wie angenagt oder gezähnelt aus, erhalten stellenweise tiefere Einbuchtungen und im Bereiche der zerfallenden Abschnitte ragen überall die Körnchen und Fäden des Zellkörpers frei hervor.

Im Blute mancher abgestorbener Krebse finden sich in beträchtlicher Zahl umfangreiche Zellen, deren Körner mehr oder weniger beträchtlich vergrössert und wechselnd starkglänzend, homogen oder sehr fein und blass granulirt und nur ausnahmsweise vakuolisirt sind, häufiger dagegen in den centralen Abschnitten ein schwächeres Brechungsvermögen besitzen als in der Peripherie. Körner von ähnlicher Beschaffenheit, ebenso nicht vergrösserte Körner, sind daneben in der Regel in ziemlicher Menge vereinzelt oder noch zu kleinen Gruppen verbunden frei im Blut enthalten, ausserdem Kugeln blassen Hyaloplasmas und einzelne geschichtete Körper von myelinartigem Aussehen. Vergrösserte Körner kommen, wie bereits erwähnt wurde, sowohl frei als in Zellen eingeschlossen, mitunter auch im Blute von sehr lebenskräftigen Thieren in beträchtlicher Menge vor, es kann desshalb weder die Grössenzunahme der Körner noch ihr Freiwerden durch den Zerfall der Zellen als charakteristisch für den Eintritt des Todes des Thiers angesehen werden. Eine Verflüssigung beträchtlich geschwellter Körner kommt weder spontan noch nach Einwirkung inducirter Ströme zu Stande.

In Fig. 19*a*, *b* und *c* sind abgestorbene Zellen abgebildet, deren Kern und Plasma eine gleichmässig trübe, körnige Be-

schaffenheit besitzt; das letztere enthält einzelne derbere Körnchen und besitzt am linken Umfang bei *a* und im grössten Theil seines Umfangs bei *c* eine verhältnissmässig derbe Hülle. In *d* und *e* ist die körnige Trübung des Plasma erst in der Entwicklung begriffen.

Bei den geschilderten Veränderungen der Zellen lassen sich 3 Vorgänge unterscheiden, die Bildung eines Kerns aus der Kernanlage, die Verflüssigung der Körner und Körnchen und die Veränderungen des Hyaloplasmas. Die Bildung eines Kerns kann ganz unabhängig von der Verflüssigung der Körner und Körnchen lediglich aus der Substanz der Kernanlage erfolgen, andere Male betheiligen sich Körner und Körnchen an derselben, direkt oder nach ihrer vorgängigen Verflüssigung. Die Veränderungen des Hyaloplasmas, seine oft sehr beträchtliche Volumenszunahme wie der Eintritt ungewöhnlich lebhafter Bewegungen sind immer abhängig von der Aufnahme des Materials der Körner und Körnchen, aber unabhängig von der Bildung eines Kerns.

Die Kernanlage erweist sich als ein besonderes Gebilde innerhalb der Zelle in der Regel schon durch ihr Brechungsvermögen, welches nur ganz ausnahmsweise von dem des Hyaloplasma nicht verschieden, meist merklich stärker ist wie sich deutlich an Stellen erkennen lässt, wo sie im Bereiche von Lücken der Körner- oder Körnchenschicht unmittelbar an das Hyaloplasma grenzt und wo auch ihre zarte und blasse Hülle — wo eine solche überhaupt vorhanden — deutlicher vortritt als da, wo sie von Körnern oder Körnchen umschlossen wird. Die wechselnd dichte Beschaffenheit der Kernanlage dokumentirt sich durch ihr verschiedenes Verhalten während der Bewegungen des Hyaloplasma. Während sie mitunter durch die letzteren als ein relativ fester Körper, ohne ihre Form zu verändern, theilweise aus der Zelle ausgepresst wird, verändert sie andere Male bei weicherer Konsistenz nicht blos ihre Lage, sondern auch ihre Form und lässt auch solche Formveränderungen erkennen, die wie das Vertreten und Wiederverstreichen von einzelnen Buckeln und Zacken zwar durch Bewegungen des Hyaloplasma bedingt, ebensogut aber auch der Ausdruck aktiver Bewegungsvorgänge sein können. Da blasse wie in der Entwicklung begriffene glänzende Kerne Bewegungen ihrer Stroma- und Hüllentheile wahrnehmen lassen, ist es wahr-

scheinlich, dass auch die Substanz der Kernanlage das Vermögen besitzt selbständige Bewegungen auszuführen.

Bei Bildung des Kerns erfährt die Substanz der Kernanlage, sowohl wenn sie homogen als wenn sie feinkörnig-fädig ist, molekulare Veränderungen in Folge deren ihre Tagmen unter Aufgeben ihres lockeren Gefüges festere Verbindungen eingehen und zur Bildung der derberen und feineren, glänzenden, scharf umschriebenen Theile des Stromas und der Hülle zusammentreten, die theils gleichzeitig, theils nach einander entstehen und sich durch Apposition neuer Theile unter Veränderung ihrer Form vergrössern. Wie die Anordnung und Vertheilung der Stromatheile, so wechselt auch ihre Menge sehr beträchtlich, was sich zum Theil wohl auf die verschiedene Dichtigkeit der Kernanlage selbst, zum Theil vielleicht darauf zurückführen lässt, dass die nach Bildung der Stromatheile zurückbleibende Grundsubstanz eine wechselnd dichte Beschaffenheit besitzt und bei spärlich vorhandenem Stroma reicher an plastischem Material ist als im umgekehrten Fall. Dieselbe lässt mitunter noch eine sehr blasse, äusserst dichte und feine Granulirung erkennen.

Die Körner und Körnchen werden in der überwiegenden Mehrzahl der Zellen ganz oder zum grössten Theil verflüssigt, nachdem sie durch gleichzeitige Bewegungen des Hyaloplasma einzeln oder gruppenweise Verschiebungen erfahren, sich über grössere Abschnitte der sich gleichzeitig vergrössernden Zelle verbreitet und unter Verschmelzungen, Wiederdifferenzirungen, Bildung von Fäden und Netzen sich in wechselnder Weise umgebildet haben. Ihre Substanz vermischt sich entweder ausschliesslich mit dem Hyaloplasma oder wird zum Theil zur Bildung der Kernhülle allein oder auch der ganzen peripheren Schicht des Kerns verbraucht. In den Körnern kommt die Verflüssigung auf eine 3fache Weise zu Stande.

1) In der Mehrzahl der Zellen verflüssigt sich das Innere der Körner, es bildet sich eine einzige Vakuole oder ein Paar Vakuolen die zu einer einzigen grösseren verschmelzen; nach Aufbrechen derselben und nach Entleerung ihres Inhalts bleiben ein Paar Körnchen oder ein kleineres Korn zurück, das sich von Neuem vakuolisirt und seinen Inhalt ebenfalls unter Zurücklassung von einem oder von 1 Paar Körnchen entleert.

2) Neben Körnern, welche unter Vakuolenbildung schwinden, finden sich vereinzelt andere, deren Substanz sich zu erst undeutlich, dann scharf vortretenden Körnchen sondert und in manchen

Zellen kommt der Schwund der Körner vorwiegend auf diese Weise zu Stande.

3) Meist ebenfalls vereinzelt kommen Körner vor, die sich weder vakuolisiren noch zu einzelnen Körnchen zerfallen, sondern rasch oder langsam sich verkleinern und ganz oder unter Zurücklassung einzelner Körnchen schwinden.

Beim körnigen Zerfall wie beim einfachen Schwund der Körner handelt es sich ohne Zweifel um Vorgänge, die denen bei der Vakuolisirung ganz analog sind, um eine Verflüssigung der Kornsubstanz, die im ersteren Fall von kleinen, umschriebenen Stellen ausgehend, mit ihrem Umsichgreifen die dicht gebliebenen Theile in Form von Körnchen zurücklässt, während im zweiten Fall das Korn in seinem ganzen Umfang, in von Aussen nach Innen fortschreitender Richtung, also gerade umgekehrt, wie bei der Vakuolisirung sich verflüssigt. In Betreff der zurückbleibenden Körnchen ist es häufig nicht mit Sicherheit festzustellen, ob ihr Schwinden ebenfalls auf eine Erweichung und Verflüssigung zurückzuführen ist oder ob sie durch Bewegungen des Hyaloplasmas fortgeführt worden sind, da aber schliesslich nach Schwund der Körner die Menge der Körnchen sich meist noch auffallend verringert, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sie sich zu einem grösseren oder geringeren Theil ebenfalls noch verflüssigen. Bei ihrer Kleinheit lässt sich, wie bei den Körnchen der Körnchenzellen, nur konstatiren, dass sie vor dem Verschwinden verblassen und nicht mehr scharf vortreten.

Ueber die Vorgänge, welche der Verflüssigung der Körner und Körnchen zu Grunde liegen, liessen sich bestimmte Anhaltepunkte nicht gewinnen. Dass die Körner unter Umständen quellen können, liess sich durch direkte Beobachtung feststellen; es kommen sehr vereinzelt und nur ganz ausnahmsweise Körner vor, welche nicht vakuolisirt werden, aber unter allmähligem Verblassen eine so beträchtliche Volumenszunahme erfahren, dass sich ihre Grenzen nicht mehr bestimmen lassen. Häufig vergrössern sich die Körner vor ihrer Vakuolisirung etwas und erhalten gleichzeitig einen stärkeren Glanz; ob in diesem Falle eine Aufnahme von Flüssigkeit stattgefunden hat oder ob die Körner nur durch Verschmelzen mit den sie umspinnenden Fäden an Umfang zugenommen oder auch Veränderungen ihrer Substanz erfahren haben, muss dahin gestellt bleiben, keinenfalls aber ist die vorgängige Imbibition wässriger Flüssigkeit für die Bildung von Vakuolen unerlässlich, da sich zahlreiche Körner vakuolisiren ohne vorher

Veränderungen ihrer Grösse, Form und ihres Brechungsvermögens zu erfahren, was sich mit der Aufnahme irgend erheblicher Mengen Flüssigkeit in das Innere des Korns nicht vereinigen lässt. Es lässt sich schon dadurch eine Annahme ausschliessen, wie sie von van Beneden[1]) bezüglich der Bildung von Vakuolen in Kernkörperchen gemacht worden ist, die nach ihm das Produkt der Vereinigung von Nukleolarsubstanz mit Kernsaft sind. Auch dann geht die Verflüssigung der Kornsubstanz ohne Volumenszunahme des ganzen Korns vor sich, wenn sie sich in Form kleiner disseminirter Herde, unter Zurücklassung einzelner Körnchen entwickelt. Dass der Inhalt der Vakuolen nur aus verflüssigter, aber nicht wesentlich veränderter Kornsubstanz besteht, ergiebt sich ausserdem unmittelbar aus der wiederholt gemachten Beobachtung, dass die Vakuolenflüssigkeit wieder fest wurde, das Korn ohne sich zu verkleinern, in seinen verflüssigten inneren Partien seinen früheren Glanz wieder erhielt und als ein Körper von durchaus gleichartigem Brechungsvermögen erschien der sich nach einiger Zeit von Neuem vakuolisirte. Es können mithin auch irgend tiefer greifende chemische Veränderungen bei der Vakuolisirung nicht stattfinden. Erwärmung des Objektträgers auf 35—40° C. blieb entweder ohne Einfluss auf die Vakuolenbildung oder bewirkte eine Verzögerung derselben. Es lässt sich darnach nur konstatiren, dass die Körner und Körnchen die Fähigkeit besitzen ihren Aggregatzustand bald rasch, bald allmählig zu ändern, ohne dass sich eine Einsicht in die dabei stattfindenden Aenderungen in der molekularen Struktur und in ihre Ursachen gewinnen liesse. Auf Vorgängen ähnlicher Art, beruht sehr wahrscheinlich das Schwinden und sich Wiederbilden von Fäden und Netzen aus dem Material der Körner und Körnchen, von Stromatheilen blasser Kerne in blass-granulirten Zellen und wohl auch die Bildung und Wiederverflüssigung von Fäden und Netzen innerhalb des strömenden Plasmas von Pflanzenzellen.

Die direkte Verschmelzung der Körner zur Bildung der Kernmembran wurde nur dann beobachtet, wenn die Kernanlage von einer schmalen Körnerschicht umgeben war, während

---

[1]) Contributions à l'histoire de la vésicule germinative. Bullet. de l'acad. r. de Belgique. p. 41, 1876. Die Bildung von Vakuolen unter Wasseraufnahme von Aussen ist neuerdings in den Plasmodien von Aethalium septicum durch Krätzschmar experimentell festgestellt worden. (Untersuchungen aus dem bot. Laborator. zu Göttingen, 1883.)

in Fällen, in welchen die Körner, wie es in der Regel der Fall ist, eine mehrfache Schicht bilden, die Verflüssigung derselben weder rasch noch so gleichzeitig erfolgte, wie es bei ihrem direkten Verschmelzen zur Bildung der Membran der Fall ist. Meistens etwas langsamer als aus den Körnern bildet sich die Kernmembran aus den Körnchen, aus deren Verschmelzung zunächst stäbchenartige, häufig Anfangs noch gekörnte Bruchstücke hervorgehen die von einander durch einzelne Lücken und durch Reihen noch unverschmolzener Körnchen getrennt werden. Erst nachträglich verschmelzen die letzteren zum Theil oder sämmtlich miteinander und die so entstandenen, den Durchschnitt der Membran repräsentirenden Kontouren bekommen eine gleichmässige Rundung und ein glattes, glänzendes Aussehen. Gar nicht selten wird die Membran nicht aus den unmittelbar die Kernanlage umschliessenden Körnchen gebildet, sondern dieselben werden bei der Membranbildung überschnitten und wandeln sich in selteneren Fällen direkt zu Theilen des peripheren Kernstromas um, verblassen und schwinden häufiger zunächst und erst nachträglich entwickeln sich die letzteren aus ihrer verflüssigten Substanz. Wenn die Membran aus den unmittelbar die Kernanlage umschliessenden Körnchen hervorgeht, entwickelt sich das Kernstroma gleichzeitig oder erst später und einzelne seiner Bälkchen und Fäden verschmelzen mit der Membran. In allen Fällen, wo die Membran durch direktes Verschmelzen von Körnern oder von Körnchen entstanden ist besitzt sie, wie die letzteren, eine leicht gelbliche, aber deutliche Färbung, die erst allmählig schwindet, während dieselbe fehlt, wenn sich zunächst die Kernanlage nach Kosten des Materials der Körner und Körnchen vergrössert und dann erst die Membran gebildet hat.

Wenn sich die Kernanlage vor Bildung der Hülle und des Stromas *vergrössert* verschmilzt ihre Substanz so mit dem verflüssigten Material der umgebenden Körner und Körnchen, dass ihre frühere Grenze sich nicht mehr bestimmen lässt. Die Vergrösserung wird eine gleichmässige, wenn Körner und Körnchen reihenweise, eine ungleichmässige, wenn die Körner einzeln und nacheinander, die Körnchen sich truppweise verflüssigen. Im letzteren Fall bildet das mit der Kernanlage verschmolzene Material der Körnchen und Körner zackige, zwischen die noch vorhandenen Körner und Körnchen der Umgebung ausgreifende Fortsätze, die erst mit und nach Bildung der Membran aus ihrer Substanz verstreichen und sich abrunden.

Dass die Kernanlage und die Körner und Körnchen, trotz ihres sehr verschiedenen Brechungsvermögens sehr nahe verwandte Körper sind, geht ohne Weiteres aus der Thatsache hervor, dass die Körner und Körnchen sich an Bildung der Kernhülle und die letzteren auch an der des Kernstromas betheiligen können, so dass am entwickelten Kern die aus ihrem Material hervorgegangenen Theile desselben sich in nichts von den entsprechenden Theilen anderer, ausschliesslich aus der Kernanlage gebildeter Kerne unterscheiden, sobald die ihnen Anfangs noch anhaftende gelbliche Färbung geschwunden ist. Es enthalten somit ohne Zweifel die Kernanlage wie die Körner und Körnchen eine Modifikation des Nukleins und wandeln sich, die letzteren direkt, oder indem sie zunächst mit ihrer Verflüssigung eine der Kernanlage ähnliche Beschaffenheit erlangen, bei Bildung des Kerns in den Körper um, der gewöhnlich als Nuklein bezeichnet wird. Ob ausserdem die Kernanlage, wie die Körner und Körnchen noch andere Körper einschliessen, ob namentlich den letzteren eine analoge Zusammensetzung, wie den Dotterplättchen der Wirbelthiere zukommt und sie noch Vitellin und Lecithin, wenn auch nur in geringen Mengen enthalten, muss dahingestellt bleiben.

Wenn die Kernanlage sich als besonderer und von den Körnern und Körnchen abgeschlossener Körper in einem Theil der Zellen auch dadurch dokumentirt, dass sie so wie sie vorliegt in einen Kern umgewandelt wird, so ist damit doch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass in anderen Zellen ihre Substanz sich noch zwischen die benachbarten Körner und Körnchen hinein erstreckt. Es wäre möglich, dass dies in der Ausdehnung der Fall ist, in welcher die sich verflüssigenden Körner und Körnchen eine Vergrösserung der Kernanlage bewirken, dass mithin eine solche Vergrösserung thatsächlich gar nicht existirte und nur die Kernanlage auch in der Ausdehnung deutlich vortritt, in welcher Körner und Körnchen in sie eingelagert waren und mit ihrer Verflüssigung die Substanz derselben verdichten. In gleicher Weise liesse sich annehmen, dass auch bei direkter Verschmelzung der Körner und Körnchen zur Kernmembran, diese Verschmelzung noch im Bereiche der Kernanlage stattgefunden habe. Es würde danach die Grösse des Kerns unter allen Umständen der der Kernanlage entsprechen, eine Grössenzunahme derselben überhaupt nicht stattfinden. Durch die direkte Beobachtung lässt sich diese Möglichkeit schon desshalb nicht zurückweisen, weil die ohnehin geringen Unterschiede im Brechungsvermögen zwischen Hyalo-

plasma und Kernanlage ganz verdeckt werden durch das helle Aussehen, welches die Spalten zwischen Körnern und Körnchen durch die abgebeugten Lichtstrahlen erhalten. Auch das Vorhandensein einer besonderen zarten Hülle der Kernanlage oder überhaupt einer feinkörnig-fädigen Differenzirung ihrer Peripherie würde die Möglichkeit, dass ihre Substanz noch zwischen Körner und Körnchen hineinreichen kann nicht ausschliessen, um so weweniger, da feine und kurze der Hülle oder überhaupt der Peripherie der Kernanlage zugehörige Fäden, sich häufig mit den Körnern und den Körnchen der unmittelbaren Umgebung verbinden. Besonders nahe gelegt wird die Vermuthung, dass die Kernanlage über ihre scheinbaren Grenzen hinausgreifen kann durch Körnchenzellen, in welchen ganze Fortsätze der Körnchenschicht, Körnchenreihen und Gruppen in die Kernanlage eingedrungen und in derselben ihre Körnchen und Fäden zum Theil schon verblasst sind. Die Kernanlage ist dann nicht einmal scheinbar ein abgeschlossenes Gebilde, sondern setzt sich ohne alle deutliche Abgrenzung in kleinere und grössere Lücken fort, welche die Körnchen in ihrer Umgebung frei lassen und nimmt andererseits in ihre Substanz Körnchen auf, welche sich von der Hauptmasse der Körnchenschicht abgelöst haben.

Dagegen geht aus dem Verhalten der Zellen gegen Säuren und gegen Alkohol hervor, dass die Kernanlage, wenn sie auch wie in Zellen von der ebenerwähnten Beschaffenheit, einer deutlichen Abgrenzung entbehrt, doch einen besonderen, von der Körner- und Körnchenschicht umschlossenen Körper darstellt, der sich nicht oder nur in geringer Ausdehnung in die Spalten zwischen den Körnern und Körnchen fortsetzt, welche letzteren, ob schon sie in chemischer Beziehung der Kernanlage sehr nahe stehen, doch in das Hyaloplasma eingebettet und Theile des Zellkörpers sind.

Nach Einwirkung von Essig- und Osmiumsäure erhalten die Kernanlagen wie die blassen Kerne eine dicht- und meist ziemlich feinkörnige oder körnig-kurzfädige Beschaffenheit genau in der Ausdehnung, in welcher dieselben sichtbar sind und es entstehen nie Kerne oder kernartige Gebilde, welche grösser sind als die Kernanlagen und blassen Kerne und einen Theil der veränderten Körner oder Körnchen einschliessen. Eine ganz ähnliche Beschaffenheit erhalten die Kernanlagen und blassen Kerne durch Einwirkung von Alkohol und bleiben hier von der veränderten Körner- und Körnchenschicht immer deutlich gesondert,

während nach Essigsäureeinwirkung die Körnchen, zu welchen die Anfangs verschmolzenen Körner sich differenziren, mitunter in der Umgebung des Kerns ebenso dicht gestellt sind wie in diesem selbst, so dass in diesem Fall die Anfangs sehr deutliche Trennung zwischen Kernanlage und verschmolzenen Körnern mit Eintreten der Granulirung der letzteren wieder schwindet.

Es entstehen ferner über die Grenze der Kernanlage hinausgreifende Kerne nur unter Verschmelzen von Körnern und Körnchen zur Membran oder nach ihrer vorgängigen Verflüssigung, es setzt demnach unter diesen Umständen die Bildung des Kerns immer eine bestimmte Beschaffenheit der Körner und Körnchen voraus, ist aber ganz unabhängig von der Beschaffenheit des Plasmas, in welches sie eingebettet sind.

Bei den Veränderungen der Körner und Körnchen sind 2 Vorgänge zu unterscheiden, ihre Verflüssigung und die Bildung neuer Formelemente aus ihrer verflüssigten Substanz. In vielen Zellen kommt es nur zur Verflüssigung, das verflüssigte Material vertheilt sich vollständig im Hyaloplasma und wird zum Theil bei den Abschnürungsvorgängen des letzteren mit entfernt. Die Verflüssigung selbst erfolgt nicht gleichmässig rasch und vollständig in allen Zellen, in manchen langsam und spät, in einzelnen auch während einer mehrstündigen Beobachtungsdauer gar nicht. Ein noch wechselnderes Verhalten zeigen die frei im Blut suspendirten Körner und die ähnlich beschaffenen Körner zwischen Sarkolemma und quergestreifter Substanz. Die ersteren schwinden zum Theil unter zunehmendem Verblassen, andere werden nur fein blass granulirt und ein Theil verändert sich gar nicht. Die Muskelkörner bleiben auch im Verlaufe eines Tags unverändert oder zerfallen zu feinkörniger Substanz. Auch gegenüber der Einwirkung von inducirten Strömen und von Anilinfarbstoffen zeigen die Körner unter sonst gleichen Bedingungen ein wechselndes Verhalten, das sich demnach nur auf Verschiedenheiten in ihrer chemischen Konstitution zurückführen lässt die keine auffallenden Veränderungen in ihrem Aussehen bedingen.

Die Aufnahme der verflüssigten Substanz der Körner und Körnchen in das Hyaloplasma wird zum Theil jedenfalls durch die Bewegungen des letzteren, zum Theil wahrscheinlich auch durch Bewegungen des Körner- und Körnchenplasmas [1]) selbst be-

---

[1]) Als Körner- und Körnchenplasma bezeichne ich die Flüssigkeit, welche durch Vermischung der sich verflüssigenden Körner und Körnchen mit den geringen Mengen Hyaloplasmas entsteht, in welches sie eingebettet sind.

wirkt. Da die Körner zu amöboiden, wenn auch verhältnissmässig langsam und nur selten rasch vor sich gehenden Bewegungen und Formveränderungen befähigt sind, lässt sich vermuthen, dass auch das Körnerplasma aktive, möglicherweise lebhafte Bewegungen auszuführen im Stande ist. Nach Aufnahme des Körner- und Körnchenplasmas bleibt das Hyaloplasma auch nach seiner Zusammenziehung homogen oder es erhält eine feine und gleichmässig dichte Granulirung, die wohl nur auf Wiederverdichtung der Substanz der Körner und Körnchen bezogen werden kann, da sie sich nie im Hyaloplasma von noch unveränderten Zellen findet.

Bei direktem Verschmelzen von Körnern und Körnchen zu Theilen der sich bildenden Hülle ist ihre Verflüssigung keine vollständige, auch schwinden die Körner und Körnchen nicht als solche, sondern bilden sich nur zu neuen, sich wieder konsolidirenden Formelementen um; bei ihrer indirekten Betheiligung an der Bildung des Kerns wird dagegen die Verflüssigung eine vollständige und es entwickeln sich dann erst nach einiger Zeit aus dem verflüssigten Material die Formelemente, welche zur Bildung der Hülle oder auch von Stromatheilen zusammentreten. Die gleiche Verflüssigung mit folgender Neubildung von Stromatheilen kann sich in Körnchenzellen auch innerhalb der Kernanlage entwickeln, wenn in dieselbe Fortsätze der Körnchenschicht eingedrungen waren. Ueber die Vorgänge bei der Wiederverdichtung der Substanz der Körner und Körnchen lassen sich ebensowenig bestimmte Anhaltepunkte gewinnen, wie über die Ursachen, welche ihre Verflüssigung herbeiführen.

Während der unter Betheiligung der Körner und Körnchen gebildete Kern grösser wird als die Kernanlage, aus welcher er sich entwickelt hat, wurde, wenn auch nur vereinzelt, sowohl spontan als nach Einwirkung inducirter Ströme die Bildung eines glänzenden Kerns beobachtet, der sich nicht aus der ganzen Kernanlage oder aus dem ganzen blassen Kern, sondern nur aus dem grössten Theil derselben entwickelt hatte, so dass nach Bildung der Membran ein Theil des Umfangs der ursprünglichen Kernanlage oder des blassen Kerns ausserhalb des neuen glänzenden Kerns lag. Es geht daraus, wie aus den Vorgängen bei der Kernbildung überhaupt hervor, dass die Substanz der Kernanlage nicht gleichmässig die Veränderungen erfährt, welche sie zur Bildung von Hüllen und Stromatheilen befähigen und dass unter Umständen diese Veränderungen sich in ihrer Peripherie nur un-

vollständig entwickelt haben, so dass sich die Hülle nicht wie sonst ausschliesslich im Bereiche derselben entwickelt.

Das Hyaloplasma lässt schon in noch unveränderten Zellen und ehe es noch zur Verflüssigung von Körnern und Körnchen gekommen ist, zwei Arten von Bewegungen wahrnehmen, die namentlich an manchen der innerhalb der Kiemengefässe befindlichen Zellen deutlich zu unterscheiden sind. Die Bewegungen und Formveränderungen der Zellen sind hier zeitweise sehr lebhaft, neben denselben aber treten im Hyaloplasma fliessende Bewegungen auf, die einen Einfluss auf die Form der Zelle überhaupt nicht ausüben und gar nicht zur Wahrnehmung kommen würden, wenn durch dieselben nicht einzelne Körner und Körnchen auf kürzere oder längere Strecken fortgezogen würden. Sehr häufig lässt sich das Vorhandensein oder der Eintritt derselben bei der Verflüssigung von Körnern und Körnchen beobachten. Während einzelne derselben sich verflüssigen und schwinden, werden andere benachbarte, oft auf beträchtliche Strecken in ziemlich geradliniger Richtung vom Umfang des Kerns bis zur Zellperipherie oder in den Anfangstheil der Ausläufer fortgezogen, ohne dass gleichzeitig Bewegungen und Formveränderungen der Zelle eintreten, welche das Abfliessen bewirkt haben könnten.

In Folge der Aufnahme des Körner- und Körnchenplasma nimmt das Hyaloplasma häufig so beträchtlich an Volumen zu und wird dabei so durchscheinend und schwach brechend, dass seine Kontouren in grosser Ausdehnung gar nicht mehr zu bestimmen sind. Seine Bewegungen werden, wenn die Verflüssigung der Körner und Körnchen rasch und gleichzeitig erfolgt, häufig lebhafter und führen zur raschen Bildung und Rückbildung von verschieden gestalteten und zum Theil sehr umfangreichen Fortsätzen, sowie zu rasch hintereinander wiederholten Verlängerungen und Verkürzungen von kegelförmigen Fortsätzen. Von den in lebhafter Bewegung begriffenen Fortsätzen schnüren sich häufig und wiederholt runde Portionen ab. Die Vergrösserung der Zellen bleibt ganz aus oder erfolgt langsam und ist von trägeren Bewegungen begleitet bei allmähliger Verflüssigung der Körner und Körnchen.

Die Zellen, welche eine beträchtliche Volumenszunahme erfahren haben verkleinern sich nachträglich gar nicht oder weniger beträchtlich und langsamer als andere und es scheint demnach mit der Volumenszunahme ihre Kontraktilität ganz erloschen oder wenigstens sehr herabgesetzt worden zu sein.

Da Zellen, die sich bereits wieder mehr oder weniger zusammengezogen haben, unter Umständen von Neuem hyaline, rundliche oder kolbige Fortsätze vertreten lassen, die sich wieder zurückbilden können, so lässt sich nicht wohl bezweifeln, dass die Lebensthätigkeit der Zellen nur herabgesetzt, aber nicht ganz erloschen ist. Wenn solche hyaline Fortsätze sich an Zellen entwickeln, die eine fein granulirte Beschaffenheit erlangt haben, so handelt es sich wahrscheinlich nicht um Ausscheidungsprodukte der veränderten und abgestorbenen Zellsubstanz da in diesem Fall der Eintritt der Rückbildung der ersteren unverständlich sein würde, sondern vielleicht um eine vorübergehende, von Wiederverflüssigung der feinen Körnchen innerhalb umschriebener Zellabschnitte begleitete Restitution der Bewegungsfähigkeit der Zelle.

Ausser den Körner- und Körnchenzellen, den blass granulirten Zellen mit beweglichem und veränderlichen Stroma ihrer blassen Kerne und Zellen die nur Fadennetze oder ein Reiserwerk derberer verästelter und anostomosirender Fäden und Fasern, aber weder einen Kern noch eine Kernanlage enthalten, finden sich im Blut noch kernhaltige, runde oder ovale Zellen ohne Körner und Körnchen mit einer in der Regel nicht sehr mächtigen und häufig nur ganz schmalen Schicht Hyaloplasma. Dass diese letzteren Zellen aus der Umbildung von Körner- und Körnchenzellen wie von blass granulirten Zellen hervorgegangen sind, geht daraus hervor, dass schon im eben angefertigten Präparat sich einzelne Zellen finden, in denen diese Umbildung mehr oder weniger weit vorgeschritten ist, dass auch innerhalb der Kiemengefässe sich an einer beschränkten Anzahl von Zellen diese Umbildungen verfolgen lassen und dass innerhalb wie ausserhalb der Gefässe nach Verflüssigung der Körner und Körnchen, Zellen zurückbleiben, die im Wesentlichen den kernhaltigen runden oder ovalen, nicht amöboiden gleichen und von diesen sich meist nur durch die grössere Mächtigkeit des Hyaloplasmas und bei einem Theil auch durch die Granulirung desselben unterscheiden. Es ist wahrscheinlich, dass im lebenden Thiere das Hyaloplasma sich allmählig mehr und mehr verdichtet, und enger um den Kern zusammenzieht, ausserdem aber kann die Verkleinerung auch durch nachträgliche Abschnürung von kleinen Hyaloplasmaportionen bewirkt werden, wie sie mitunter auch solchen Zellen noch anhaften, deren Kerne nur von einer sehr schmalen Hyaloplasmaschicht umschlossen werden.

---

2) Veränderungen der Blutkörper nach Einwirkung inducirter Ströme.

Die nach Einleiten inducirter Wechselströme oder primärer Ströme eintretenden Veränderungen der Blutkörper sind in hohem Grade überraschend, theils wegen der Schnelligkeit, mit welcher sie sich sehr häufig entwickeln und ablaufen, theils weil sie in ganz entsprechender Weise wie nach ihrem spontanen Eintritt zu einer völligen Umbildung der Zelle, unter mehr oder weniger auffallenden Formveränderungen derselben führen.

Leitet man inducirte Wechselströme bei Benutzung eines Zinkkohlenelements und bei einem Rollenabstand von 50—60 Mm. durch einen Tropfen Blutflüssigkeit, so schmelzen in der grossen Mehrzahl der Zellen die Körner und Körnchen rasch ein, während das Hyaloplasma in lebhaft wogende Bewegungen versetzt wird; aus der homogenen oder blasse Körnchen und feine blasse Fäden enthaltenden Kernanlage entwickelt sich ein Kern mit glänzendem Stroma und derber Hülle und gleichzeitig erfährt die Form der Zelle sehr auffallende Veränderungen indem das Hyaloplasma erst sehr beträchtlich an Volumen zunimmt und sich später wieder um den Kern zusammenzieht und verdichtet. Die ganzen Vorgänge gleichen ihrer Art nach fast vollständig den spontan eintretenden, während diese aber zu ihrem Ablauf meist 10—25 Minuten in Anspruch nehmen, bildet sich häufig nach momentanem Einleiten inducirter Ströme oder schon nach einem einzigen Oeffnungsschlag innerhalb weniger Secunden die Zelle so vollständig um, dass man glauben würde ein ganz anderes Gebilde vor sich zu sehen, wenn man die Umbildung nicht direkt wahrgenommen hätte.

Bei raschem Ablauf der Veränderungen sieht man in den Körnerzellen die Körner sich durcheinander bewegen, sich über einen grösseren Raum ausbreiten und dann rasch und sämmtlich oder zum grössten Theil schwinden. Mitunter verflüssigt sich nur ein Theil der Körner, während die Hauptmasse zu einer wurstartig die Kernanlage umschliessenden kompakten Schicht verschmilzt, die sich dann ebenfalls verflüssigt. Beim Einschmelzen der Körner bleibt meist eine Anzahl Körnchen zurück, die in Form einer schmalen Zone den mittlerweile gebildeten Kern umgeben, nachträglich aber meist ebenfalls zerfliessen. Geht die Verflüssigung langsamer vor sich, so sieht man die auseinander gerückten Körner allmählig unter zunehmendem Verblassen oder

nach Entwickelung von Vakuolen schwinden, mitunter auch nach vorgängiger Bildung von Körnchen oder Netzen aus ihrer erweichten und nur zum Theil verflüssigten Substanz. Nach ihrem Verblassen verflüssigen sich die Körner einzeln oder sie verschmelzen sämmtlich oder zum Theil zu einer homogenen und ebenfalls schwindenden Scholle. Nur einmal schwand die letztere auch bei fortdauernder Einwirkung der Ströme nicht, sondern aus ihrer Substanz differenzirten sich einzelne Körner von beträchtlich geringerer Grösse als die ursprünglich vorhandenen und daneben einzelne mit ihnen zusammenhängende und ein unvollständiges Maschengerüst bildende Fäden. Der Vakuolisirung geht häufig das Auftreten kleiner Körnchen im Innern des Korns voraus und erst dann bildet sich eine einzige Vakuole oder ein Paar kleinere die dann untereinander verschmelzen. Darauf verkleinert sich das Korn ruckweise unter Grössenabnahme oder Schwinden der Vakuole und an seiner Stelle bleiben nur einige kleine, stark glänzende gelbliche Körnchen oder auch ein Paar feine und kurze fädige Gebilde zurück.

Abgesehen von der Schnelligkeit ihres Verlaufs unterscheiden sich demnach die auf inducirte Ströme an den Körnern eintretenden Veränderungen von den spontan sich entwickelnden nicht wesentlich und nur dadurch, dass häufiger als im letzteren Fall die Körner, ohne zunächst vakuolisirt zu werden, einzeln oder nach Bildung einer grösseren homogenen Scholle sich verflüssigen und dass ein allmähliger Schwund der Körner unter zunehmender Verkleinerung derselben und ohne vorgängige Differenzirung ihrer Substanz zu Körnchen nicht beobachtet wurde.

In den körnerhaltigen Klumpen von Hyaloplasma, welche weder einen Kern noch eine Kernlage einschliessen, im Uebrigen aber das Aussehen kleiner Zellen besitzen, verflüssigen sich auf Einleiten inducirter Ströme die Körner sämmtlich oder theilweise und es bleibt entweder ein homogenes und so durchscheinendes Hyaloplasma zurück, das seine Grenzen nur beim flottiren nach Druck auf das Deckgläschen erkannt werden können oder es wird das Hyaloplasma sehr feinkörnig und schliesst noch eine Anzahl etwas derberer, in lebhafter Molekularbewegung begriffene Körnchen ein. Von einem Kern oder von Gebilden die den Theilen eines derberen Kernstromas entsprächen, war dagegen keine Spur zu sehen. Die Vorgänge sind demnach auch hier an sich ganz dieselben wie in Körnerklumpen, welche der Einwirkung der Ströme nicht ausgesetzt worden sind, vollziehen sich aber im

Verlaufe weniger Sekunden, bei ihrem spontanen Eintritt dagegen innerhalb $\frac{1}{2}$—2 Stunden.

Frei im Blute suspendirte Körner veränderten sich auf inducirte Ströme nicht und ebenso blieben die blassen, homogenen kugelförmigen Gebilde unverändert, welche aus Quellung von Körnern oder aus verschmolzenen gequollenen Körnern hervorgegangen sind und ebenfalls entweder frei vorkommen oder noch zu einem Haufen innerhalb der Zellen zusammengeballt sind. Nur einzelne der frei herumschwimmenden Kugeln veränderten auf Einleiten der Ströme ihre Form etwas, ihr Kontour wurde uneben, körnig oder erhielt ein fein gezähneltes Aussehen, während in ihrem Innern sich ein Paar kleine Vakuolen entwickelten. Spontan eintretende Veränderungen der frei suspendirten Körner, wurden nur an einem Theil derselben und nur insoweit beobachtet, als sie im Verlaufe von 1—2 Stunden mitunter sehr fein granulirt werden, verblassen oder ganz schwinden, während andere sich auch im Verlaufe von 6 Stunden gar nicht veränderten. Ob in den nach Einleiten der Ströme unverändert gebliebenen Körnern nachträglich noch Veränderungen eintreten, muss dahingestellt bleiben.

Die Differenzierung eines Kerns mit glänzendem derben Stroma und Hülle aus dem Material der Kernanlage erfolgt gleichfalls häufig so rasch, dass sich über die Art und Weise, wie die Differenzierung zu Stande kommt, nichts ermitteln lässt. Der Kern entsteht dann wie mit einem Schlage, gleichviel ob die Kernanlage vorher eine homogene oder eine fein und blass körnigfädige Beschaffenheit gehabt hat, oder ob die Theile des derberen Stromas schon vorher, wenn auch undeutlich und blass sichtbar gewesen und nur glänzend geworden sind. Wenn man dagegen zuerst ganz schwache Ströme nur momentan und unter allmähliger Steigerung der Stromstärke wiederholt und so oft eintreten lässt bis auffällige Veränderungen in der Zelle eintreten, so laufen die letzteren zwar ebenfalls rasch, aber doch langsam genug ab um mit Sicherheit feststellen zu können, dass sie ihrer Art nach ganz den ohne Einwirkung der Ströme zu Stande kommenden entsprachen.

1) In einer Reihe von Fällen wandelt sich die Kernanlage in einen Kern um ohne sich zu vergrössern, ohne dass sich an Bildung des letzteren die Körner und Körnchen oder das aus ihrer Verflüssigung hervorgegangene Material betheiligen.

Die mit einem Theil ihres Umfangs frei aus der Zelle vorragenden oder während der Beobachtung durch Hyaloplasma-

bewegungen vorgepressten Kernanlagen erhalten ein Stroma und eine Hülle von ganz gleicher Beschaffenheit wie nach spontaner Differenzirung derselben und auch die Formveränderungen, welche die Kerne während und nach ihrer Bildung erfahren, gehen ganz in der gewöhnlichen Weise vor sich. Es gelingt ferner mitunter bei vorsichtiger Steigerung der Stromstärke die Umwandlung der Kernanlage in einen glänzenden Kern zu bewirken, ohne dass die Körner der Umgebung sich verändern, die dann erst einige Zeit nach Bildung des Kerns oder erst nach erneuter Einleitung der Ströme und Verstärkung derselben sich verflüssigen. Andere Male sind es erst nur einzelne Stromabälkchen oder die Hülle, welche vor Eintritt der Veränderungen der Körner entstehen und die völlige Entwickelung des Kerns erfolgt dann noch vor Verflüssigung der Körner oder erst während derselben. Nur in seltenen Fällen entstand ein Kern, ohne dass sich nachträglich und auch bei Anwendung starker Ströme die Körner veränderten. Ziemlich häufig lässt sich konstatiren, dass die Bildung der Kernhülle der des Stromas vorausgeht. Während ihrer Umwandlung erfährt die Kernanlage ziemlich häufig Verschiebungen, rückt in einen anderen Zellabschnitt, ausserdem kommt es zum Vortreten und Wiederverstreichen zackiger Fortsätze und bauchiger Verwölbungen bis mit und bei Bildung des Stroma und der Hülle die Unregelmässigkeiten der Configuration ausgeglichen werden und der Kern mit seiner Zusammenziehung eine regelmässig runde oder ovale Form annimmt oder aus der anfänglich ovalen in die runde übergeht.

2) Sehr häufig vergrössert sich dagegen die Kernlage auf Kosten des aus verflüssigten Körnern hervorgegangenen Materials ehe es zur Bildung des Kerns kommt; der letztere übertrifft die ursprüngliche Kernanlage mehr oder weniger beträchtlich an Grösse, je nachdem blos die Hülle oder auch periphere Stromatheile aus dem mit der Kernanlage verschmolzenen Körnerplasma gebildet worden sind. Es kommt aber auch, ebenfalls wie bei spontanem Eintritt dieser Vorgänge, dadurch zur Bildung der Kernhülle, dass die Körner, welche die Kernanlage unmittelbar umschliessen, sich nicht erst verflüssigen und mit ihrem Material zunächst die Kernanlage vergrössern, sondern direkt miteinander zur Bildung der Kernhülle verschmelzen. Wird, wie gewöhnlich, die Kernanlage von einer mehrfachen Körnerschicht umschlossen, so geht die Verschmelzung der Körner der innersten Schicht zur Membran der Verflüssigung der übrigen Körner voraus.

Das Verhalten des Hyaloplasma's ist ein ziemlich wechselndes. Bei langsamer, aber auch bei rascher Verflüssigung der Körner kommt es nicht selten vor, dass sich die Zelle sofort oder erst nach einiger Zeit unter Einziehen ihrer Fortsätze abrundet und dann noch dichter um den mittlerweile gebildeten Kern susammenzieht, so dass sie ganz den schon im frischen Präparat und in den Gefässen enthaltenen kernhaltigen runden oder ovalen Zellen gleicht oder sich von denselben nur durch die Einlagerung von noch nicht verflüssigten Körnchen unterscheidet. Bewegungen der Zelle bleiben dann vollständig aus. In anderen Fällen vergrössert sich dagegen die Zelle nach anfänglichem Einziehen ihrer Fortsätze oder auch ohne dasselbe im Bereiche eines grösseren oder geringeren Theils ihres Umfangs mehr oder weniger beträchtlich und zwar entweder stetig und allmählig, ohne alle auffälligen Bewegungen oder nachdem wogende Bewegungen, die Bildung und Rückbildung von umfangreicheren Buckeln und Wülsten und die Abschnürung runder Plasmapartien vorausgegangen sind. Dabei wird das Hyaloplasma so schwach brechend und durchscheinend, dass es leicht ganz übersehen und man zu der Annahme verleitet wird, dass es nur eine verhältnissmässig schmale, nicht deutlich abgegrenzte Schicht um den Kern bilde, welche die bei der Verflüssigung der Körner übrig gebliebenen Körnchen einschliesst. Es gelingt dann nicht immer oder nur unvollständig die äusserst zarten, glatten oder ausgefranzten Zellkontouren wahrzunehmen.

Die bei der Verflüssigung der Körner gebildeten Fortsätze gerathen mitunter in Bewegungen, die einen anderen Charakter tragen als die nach spontanem Eintritt der Veränderungen beobachteten und durch ihre Lebhaftigkeit in hohem Grade überraschen. Keulen- und kegelförmige Fortsätze verkürzen und verlängern sich wiederholt, bald in rascher Folge, bald langsam und runden sich schliesslich zu einer gestielten Kugel ab, die in lebhafte oscillatorische Bewegungen geräth, indem verschiedene Abschnitte ihres Umfangs sich rasch vorwölben und wieder abflachen, Bewegungsformen, wie sie in ganz ähnlicher Weise an Plasmakugeln in den Zellen der Tentakel von Drosera r., in den Zellen der Staubfädenhaare von Tradescantia v. und in den Brennhaaren von Urtica von mir wahrgenommen wurden. Während der in sehr rascher Folge alternirenden Verlängerungen und Verkürzungen kegel- und zapfenförmiger Fortsätze schnüren sich von denselben häufig wiederholt blasse, hyaline Kugeln ab. Nachdem die Be-

wegungen der Fortsätze kürzere oder längere Zeit, bis 5 Minuten nach Unterbrechung der Ströme, gedauert haben, Form und Grösse der gebildeten Fortsätze sich mehr oder weniger auffallend geändert hat, verschmelzen dieselben untereinander, ihre Kontouren runden sich im ganzen Umfang der Zelle oder längs eines Theils desselben ab, und die Zellen haben dann ein ganz ähnliches Aussehen und unterliegen den gleichen weiteren Veränderungen wie die Zellen, bei welchen das Hyaloplasma von Anfang an mehr gleichmässig an Volumen zugenommen hatte. Mitunter schon nach einigen Minuten, andere Male erst im Verlaufe von $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde zieht sich das Hyaloplasma wieder etwas zusammen und die Peripherie der Zelle verdichtet sich zu einer in Form eines mehr oder weniger deutlichen fädigen Saumes eintretenden Hülle. Da das Hyaloplasma ausserordentlich durchscheinend ist, kann man leicht den optischen Durchschnitt der Hülle für einen wirklichen Faden halten, der in Form eines Bogens mit grosser Spannweite oder arkadenförmig die Zelle umspannt, wenn im letzteren Fall seine Einziehungen bis zur unmittelbaren Umgebung des Kerns reichen. Dass dies nicht der Fall zeigen schon die von den Polen her mit zunehmender Gerinnung vorrückenden Massen feinkörnigen Eiweisses[1]), die sich immer an dem Zellsaum stauen und den Raum zwischen ihm und dem Kern freilassen. Ausserdem bleibt das Hyaloplasma nicht immer homogen, sondern erlangt mitunter eine fein granulirte Beschaffenheit. Auf erneutes Einleiten der Ströme verdickt sich mitunter die Hülle noch etwas und das Hyaloplasma zieht sich noch dichter um den Kern zusammen.

Die Körnchenzellen zeigen rücksichtlich ihres Verhaltens gegenüber inducirten Strömen dieselben Verschiedenheiten wie die Körnerzellen, indem sie bald schon auf momentanes Einleiten schwacher Wechselströme wie auf einen oder auf ein Paar Oeffnungsschläge sehr lebhaft reagiren, bald erst auf einmaliges oder

---

1) Die körnig-fädige Substanz desselben ist mitunter in eigenthümlicher Weise angeordnet. Feine körnige Fäden strahlen von den Elektroden, von einzelnen Kernen und Zellen oder von zufällig eingelagerten fremden Körpern bald radienartig nach allen Seiten hin aus, bald bilden sie Faserbündel, die zu 1—4 von je einem Kern oder einer Zelle ausgehen und benachbarte Kerne und Zellen in ähnlicher Weise verbinden wie Eisenfeilspäne die Pole eines Magneten. Die einzelnen Strahlen eines Bündels verlaufen bald ziemlich parallel, bald Anfangs oder bleibend divergirend und setzen sich aus einzelnen kürzeren und längeren Fadenstücken zusammen.

wiederholtes Einleiten stärkerer Ströme, und ebenso entsprechen die Veränderungen und Umbildungen, welche die Zellen erfahren, ganz denen der Körnerzellen und zeigen einige Besonderheiten nur in Bezug auf die Betheiligung der Körnchenzone an der Bildung des Kerns.

In einer Anzahl Zellen hält, ebenso wie in einem Theil der Körnerzellen, der Kern bei seiner Bildung aus der Kernanlage die Grenzen der letzteren ein; besitzt die Kernanlage eine blasse, feinkörnig-fädige Hülle, so tritt die glänzende, derbere Hülle genau an der Stelle der letzteren vor. Sehr häufig betheiligt sich aber an Bildung der Kernhülle oder auch an Bildung peripherer Stromatheile die die Kernanlage umgebende Körnchen- oder Netzschicht, so dass die Grösse des Kerns die der Kernanlage übertrifft; dabei werden aber nicht nur die die Kernanlage unmittelbar umschliessenden Körnchen, sondern häufig ein grösserer Theil der Körnchenschicht, unter Umständen dieselbe ganz zur Kernbildung verbraucht.

Wenn sich der Kern rasch bildet, lässt sich nur konstatiren, dass schmale Körnchenschichten meist ganz, mächtigere meist nur theilweise mit der Kernanlage verschmelzen und dass unmittelbar darauf sich ein Kern mit glänzender Hülle und Stroma entwickelt. Die übrig gebliebenen Körnchen bilden eine Einfassung des Kerns oder fliessen nach der Zellperipherie ab, verflüssigen sich aber häufig noch nachträglich.

Wenn dagegen der Kern sich nicht unmittelbar nach Einleiten der Ströme entwickelt, gehen seiner Bildung häufig ein Wechsel in der Anordnung und Vertheilung der Körnchen sowie Formveränderungen und Verschiebungen der Kernanlage, also Vorgänge voraus, wie sie in ganz analoger Weise auch an den Körnerzellen beobachtet werden. Die Körnchen gruppiren sich truppweise dichter zusammen, lassen Lücken zwischen sich frei, trennen sich dann wieder und bilden netzförmig geordnete Reihen oder verschmelzen zu feinen und engmaschigen Fadennetzen, die sich dann wieder zu einzelnen Körnchen differenziren. Mitunter wird auch ein Theil der Körnchen merklich feiner, während andere sich auffällig verdicken. Ausser Formveränderungen, einseitigen Ausbuchtungen und Verschiebungen der Kernanlage wurde einmal auch eine fliessende Bewegung ihrer anscheinend zähflüssigen Substanz beobachtet, indem nach Einleiten der Ströme die letztere sich langsam über den einen Pol hinauswälzte und dann erst während der Verflüssigung der umgebenden Körnchen der Kern sich entwickelte.

Nachdem die Art der Gruppirung und Vertheilung der Körnchen kürzere oder längere Zeit gewechselt, verschmelzen dieselben, wenn sie nur eine schmale Zone um die Kernanlage bildeten, direkt oder nach vorgängigem Verblassen zur Hülle des sich bildenden Kerns, die Anfangs häufig noch ein granulirtes Aussehen darbietet und dann glatt und glänzend wird. Das Verblassen der Körnchen und die Bildung der Hülle erfolgen dabei nicht immer gleichzeitig im ganzen Umfang der Kernanlage, sondern im Bereich eines Theils desselben früher als im anderen und ausserdem wird die Hülle nicht immer unmittelbar nach ihrer Bildung glänzend, sondern oft erst einige Zeit später. Gleichzeitig mit der Hülle oder erst später entwickelt sich das Kernstroma, das ebenfalls mitunter einige Zeit nur blass und mit verschwommenen Kontouren vortritt und dann allmählig oder plötzlich ein glänzendes Aussehen und scharfe Kontouren erhält. Verzögert sich die Umbildung des blassen in einen glänzenden Kern, so genügt meist das momentane Einleiten der Ströme, um sie hervorzurufen. Dickere Körnchenschichten können ganz oder theilweise zur Vergrösserung der Kernanlage und zur Bildung des Kerns verbraucht werden, indem die Körnchen theils verblassen und in der sich vergrössernden Kernanlage verschwinden, theils untereinander zur Bildung der Hülle verschmelzen. In der Regel bildet sich die letztere erst nachdem schon ein Theil der Körnchenschicht zur Vergrösserung der Kernanlage verwendet worden ist, mitunter aber entsteht eine Hülle aus der äusseren Zone der Körnchenschicht und erst nachträglich verblassen und schwinden die von der Hülle umschlossenen und durch sie vom Hyaloplasma abgeschlossenen Körnchen. Nach Bildung der Hülle und nach Verblassen oder gänzlichem Schwinden der von ihr umschlossenen Körnchen entwickelt sich dann das Kernstroma, das auch hier wie die Hülle bald erst als ein blasses vortritt, allmählig oder rasch glänzend wird oder gleich bei seiner Bildung eine glänzende Beschaffenheit annimmt. Die nach Bildung des Kerns übrig gebliebenen Körnchen verflüssigen sich theils in der Umgebung des Kerns, theils werden sie durch Strömungen innerhalb des Hyaloplasmas nach der Peripherie der Zelle fortgezogen, wo sie sich meist nachträglich verflüssigen.

Die Kernmembran besteht Anfangs häufig aus einer grösseren Anzahl fädiger oder stäbchenförmiger Bruchstücke, die während der Verkleinerung des Kerns mitunter Bewegungen, Ein- und Ausbiegungen an einzelnen ihrer Abschnitte erkennen lassen, dann

aber zum Theil miteinander verschmelzen. Ebenso erlangen körnige Abschnitte häufig ein glattes Aussehen und gleichzeitig werden Unregelmässigkeiten der Membran, zackige oder eckige Vorsprünge derselben ausgeglichen.

Wie bei spontaner Bildung des Kerns liess sich auch hier durch Messungen der Kernanlage vor Verflüssigung der Körnchen und durch Messungen des Kerns unmittelbar nach seiner Bildung nachweisen, dass der letztere in einem Theil der Zellen grösser ist als die vorhandene Kernanlage. Die Ziffern der ersten Stelle bezeichnen wieder die Grösse der Durchmesser der Kernanlage, die Ziffern der zweiten die Durchmesser des Kerns unmittelbar nach seiner Bildung. In den drei ersten Reihen waren bald nach Bildung des Kerns weitere Veränderungen seiner Durchmesser wahrnehmbar, deren Werthe an der dritten Stelle angegeben sind.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Längendurchmesser	12 10 10	10 14 12	9 12 12	13 12	9 12	10 11	12 12	10 10
Breitendurchmesser	6 8 10	7 10 10	7 10 9	7 10	8 9	7 9	9 9	7 10

der Kernanlage
und des Kerns

Die hier verzeichneten Differenzen in den Durchmessern der Kernanlagen und Kerne zeigen, obschon sie keineswegs zu den auffallenderen gehören, dass, wie in den Körnerzellen, Form und Grösse der Kerne ziemlich erheblich von denen der zugehörigen Kernanlagen abweichen können. Nur in 7 hatte der Kern die Form und Grösse der Kernanlage behalten, in 1 und 4 hat der eine Durchmesser an Grösse zu, der andere abgenommen, in 8 hat der Breitendurchmesser zugenommen, der Längsdurchmesser sich aber nicht verkürzt, während in 2, 3, 5 u. 6 beide Durchmesser des Kerns die der entsprechenden Kernanlage an Grösse übertreffen. In 1, 2 u. 3 hatte der Kern unmittelbar nach seiner Bildung sich noch weiter verändert und die abermalige Messung ergab in 1 eine weitere Zunahme, in 3 eine Abnahme des Breitendurchmessers, während in 2 der Längendurchmesser sich wieder etwas verkürzt hatte.

Einzelne Kernanlagen wurden gar nicht in ihrem ganzen Umfang zur Bildung des Kerns verwendet, sondern bei Bildung seiner Hülle ein Theil ihres Umfangs abgetrennt; innerhalb der abgetrennten Partien wurde die Bildung derberer, den Stromatheilen des Kerns ähnlicher Formelemente nicht beobachtet, es schien vielmehr, dass die Substanz der ersteren sich in dem umgebenden

Hyaloplasma vertheilt hat. Der Kern ist demnach bei seiner Bildung weder ausschliesslich auf die ursprüngliche Kernanlage angewiesen, noch braucht die letztere in seiner Bildung ganz aufzugehen.

Während und nach dem Einschmelzen der Körnchen vergrössert sich die Zelle mehr oder weniger beträchtlich, mit oder ohne Bildung von in lebhafter Bewegung begriffenen Fortsätzen und das Hyaloplasma wird so zart und durchscheinend, dass es nicht oder kaum noch zu begrenzen ist, zieht sich aber früher oder später wieder zusammen, erhält häufig eine Hülle und ganz oder theilweise eine feinkörnig-fädige Beschaffenheit. Das Verhalten der Zellen entspricht somit bezüglich des Hyaloplasmas vollkommen dem der Körnerzellen. Nur in seltenen Fällen bildete sich ein Kern ehe die Körnchen angefangen sich zu verflüssigen und ehe lebhaftere Bewegungen des Hyaloplasmas sich eingestellt hatten. Erneutes Einleiten der Ströme rief dann rasch die von lebhaften Bewegungen des Hyaloplasma begleitete Verflüssigung der Körnchen hervor.

Die Veränderungen, welche unter dem Einfluss der Ströme die Körnchenzellen erfahren, sind in Fig. 22, 24, 25 und 28, die Veränderungen der Körnerzellen in Fig. 29 und 30 wiedergegeben.

Die in Fig. 22*a* und 24*a* die Kernanlage theilweise oder ganz umschliessenden Netze sind im Verlaufe von ein Paar Sekunden nach Einleiten der Ströme geschwunden und an ihrer Stelle ist in 22*b* eine ringförmige schmale Körnchenschicht, in 24*b* ein durch Bewegungen des Hyaloplasma unregelmässig ausgezogener Körnchenhaufe zurückgeblieben, während sich gleichzeitig ein glänzender Kern gebildet und nach seiner Bildung etwas verkleinert hat. Die blass und feinkörnig-fädige Struktur der Kernanlage ist mit Bildung des Kernstromas ganz geschwunden. Das Hyaloplasma hat sich in beiden Zellen so ausgedehnt und ist so durchscheinend geworden, dass seine Grenzen nicht mehr zu bestimmen sind. (Der Zellkontour in Fig. 22 *b* ist auf der Lithographie zu scharf ausgefallen).

In Fig. 25 hat sich aus der Kernanlage und einem Theil der Körnchenschicht ein die erstere an Grösse beträchtlich übertreffender Kern mit derbem Stroma und derber Hülle entwickelt, welcher längs seines rechtseitigen Umfangs noch eine Einfassung von Körnchen besitzt. Die Grenzen des Hyaloplasma sind in Folge seiner Volumenzunahme theilweise nicht mehr zu bestimmen.

Fig. 28*a*—*d*. Die den oberen Umfang der Kernanlage in *a* umrahmenden Körnchen verändern nach Einwirkung sehr schwacher Ströme erst ihre Anordnung, gruppiren sich dichter zusammen, sondern sich dann wieder zu zusammenhängenden, kleinen Lücken einschliessenden Zügen (*b*) und verblassen und verschwinden schliesslich bis auf eine schmale Zone (*c*). Auf erneutes Einleiten der Ströme entsteht unter Einschmelzen des Restes der Körnchen und unter Grössenzunahme und Formveränderungen der Zelle rasch ein glänzender grosser Kern (*d*).

In Fig. 29 sind im Bereiche der den Kern theilweise umschliessenden und beim Einschmelzen der Körner übrig gebliebenen Körnchen die Grenzen des ganz durchscheinend gewordenen Hyaloplasmas im grössten Theil des Zellumfangs nicht mehr zu bestimmen. Längs des linkseitigen Kernumfangs prominiren 3 keulenförmige Hyaloplasmafortsätze, die unmittelbar nach Bildung des Kerns vorgetrieben wurden, sich erst in überaus rascher Folge, nach Art klonischer Zuckungen, verlängerten und wieder verkürzten, dann dauernd kürzer und dicker wurden, um schliesslich mit einander zu verschmelzen.

Fig. 30. Durch die Ströme umgebildete Körnerzelle. Die Mehrzahl der Körner hat sich unter Hinterlassung glänzender, um den neugebildeten Kern angehäufter Körnchen verflüssigt, andere sind unverändert im Hyaloplasma zurückgeblieben. Unmittelbar nach Bildung des Kerns und nach Unterbrechung der Ströme wurden die beiden langen stielförmigen Fortsätze vorgetrieben, die sich wie die entsprechenden Fortsätze der Zelle Fig. 29 ausserordentlich rasch verlängerten und wieder verkürzten, in klonische Zuckungen geriethen, während sich gleichzeitig von ihren Enden eine Anzahl blasser Kugeln abschnürten.

Wie manche Körner- und Körnchenzellen in durch Fettababschluss vor dem Verdunsten geschützten Präparaten auch im Verlaufe mehrerer Stunden sich nicht verändern, so bleiben auch nach einmaliger oder wiederholter und selbst nach minutenlanger Einwirkung der Ströme einzelne Zellen unverändert zurück, die aber zum Theil sich noch später umbilden, wenn nach einer Pause von circa $^1|_2$ Stunde von Neuem die Ströme eingeleitet werden. Im Aussehen unterscheiden sich die Zellen, welche unter dem Einfluss der Ströme umgebildet werden, in nichts von denen, bei welchen dies nicht der Fall ist, und man sieht mitunter, dass von 2 unmittelbar nebeneinanderliegenden, gleich beschaffenen Zellen die eine sich rasch umbildet, die andere langsam oder später oder gar nicht.

Ausnahmsweise kam es vor, dass keine der Zellen in mehreren demselben Krebs entnommenen Blutpräparaten reagirte. Einmal verloren die Zellen ihre Empfindlichkeit, nachdem die Temperatur des Raumes, in welchem die Krebse aufbewahrt wurden, bis auf wenige Grade über den Gefrierpunkt gesunken war; als dann das Gefäss mit den Krebsen in ein geheiztes Zimmer gebracht worden war, erreichte die Empfindlichkeit der Zellen im Verlaufe von 48 Stunden wieder ihren früheren Grad, so dass es schien, als wenn dieselbe durch die vorausgegangene Temperaturerniedrigung herabgesetzt gewesen sei. Indessen zeigte sich, dass auch bei mittlerer Zimmertemperatur und ebenso während heisser Sommertage die grosse Mehrzahl der Zellen auf den Einfluss der Ströme nicht reagirte, es müssen also, da eine zufällige Unterbrechung der Leitung nicht stattfand, jedenfalls andere, von der Temperatur ganz unabhängige Ursachen vorhanden sein, welche im Stande sind die Zellen unempfindlich zu machen.

Manche Zellen zeigen auch nach $^1|_2$—1 Minute lang fortgesetzter Einwirkung starker Ströme nur geringe oder von den gewöhnlichen etwas abweichende Veränderungen. Einzelne Zellen runden sich nach Einziehen ihrer Fortsätze ab und erhalten eine Hülle, aber Körner, Körnchen und Kernanlage bleiben ganz unverändert, während in anderen Zellen die Körner und mitunter auch die Kernanlage eine gleichmässig dicht körnige Beschaffenheit erlangen, so dass dann die Kernanlage und die körnigen Körner sich nicht mehr deutlich von einander sondern lassen.

An Blutpräparaten, die durch Fettabschluss vor dem Verdunsten geschützt sind, lassen sich an einem Theil der durch die Ströme umgewandelten Zellen noch weitere Veränderungen wahrnehmen. Manche Zellen verändern sich selbst im Verlaufe von 6 Stunden nicht weiter, ihr Hyaloplasma behält seine Ausdehnung, seine abgerundeten oder ausgefranzten Kontouren und die letzteren werden auch an den Stellen nicht deutlich, wo sie nicht abgegrenzt werden konnten. Andere Zellen dagegen v e r k l e i n e r n sich, ihre Kontouren werden da wahrnehmbar, wo sie fehlten, und es kann sich theilweise oder im ganzen Umfang der Zelle eine bald zartere, bald derbere H ü l l e bilden, während das Hyaloplasma eine deutlich körnige oder eine sehr fein granulirte Beschaffenheit annimmt. Die Verkleinerung der Zellen nimmt im Verlaufe einer oder mehrerer Stunden zu, sie erhalten ein dunkleres, trüberes Aussehen, indem die Körnchen des Hyaloplasma dichter zusammenrücken und gleichzeitig kommt es zu einer V e r k l e i n e r u n g

des Kerns, seine Stromatheile rücken dichter zusammen, werden undeutlicher und er kann schliesslich eine ganz homogene Beschaffenheit erlangen.

Wie die nach Einwirkung inducirter Ströme zunächst eintretenden Umbildungen der Zellen, so gleichen mithin auch die nachträglichen Veränderungen derselben ganz denen, welche nach spotanem Eintritt der Umbildung beobachtet werden; sie gleichen denselben auch insofern, als nach bereits erfolgter Verkleinerung und deutlicheren Kontourirung der Zellen sich mitunter plötzlich blasse, hyaline, bucklige oder lappige Fortsätze an einer oder an ein Paar Stellen entwickeln, die sich im Verlaufe einer Stunde beträchtlich vergrössern und früher oder später wieder zurückbilden können. Die Zusammenziehung der Zellen kann deshalb auch nur als eine Lebensäusserung derselben und nicht als eine durch ihren Tod bedingte Erstarrung und Schrumpfung des Hyaloplasma angesehen werden. Ob solche Zellen überhaupt im Stande sind weiter zu leben, lässt sich natürlich nicht entscheiden, da sie nicht in normale Lebensbedingungen zurückversetzt werden können.

In Fig. 31 hatte sich das Hyaloplasma zu einer sehr schmalen Schicht um den Kern zusammengezogen. Nachdem die Zelle sich während $4^1/_2$ Stunden gar nicht verändert hatte, brachen plötzlich aus dem Hyaloplasma zwei blasse buckelförmige Wülste vor, deren Grenze durch die unterbrochene Linie angedeutet wird. Dieselben veränderten sich nicht weiter.

In Fig. 32 sind die Grenzen des ziemlich dichtkörnigen, den Kern nicht vollständig umschliessenden Zellkörpers im oberen Umfang desselben nicht festzustellen. Am rechtseitigen Umfang der Zelle trat bald nach Bildung des Kerns ein blasser homogener halbkugelicher Fortsatz hervor, der sich im Verlaufe einer Stunde beträchtlich vergrösserte und bis zur äussersten der unterbrochenen Linien ausbreitete. Im Verlaufe von 2 weiteren Stunden zog sich der Fortsatz erst bis auf die mittlere und schliesslich bis auf die innere, die körnige Substanz unmittelbar begrenzende unterbrochene Linie zurück.

In Fig. 33*a*, einer umgebildeten Körnerzelle mit ein Paar zackigen Fortsätzen, wölbte sich bald nach Bildung des Kerns ein blasser, halbkugelicher Wulst vom rechtseitigen Zellumfang vor, der sich im Verlaufe einer Stunde zu einem sehr voluminösen Anhang der Zelle entwickelt und dann rasch bis auf die unterbrochene Linie wieder zusammenzieht. Im Verlaufe von 4 weiteren Stunden verkleinert sich die Zelle sehr beträchtlich und bietet das in *b*

wiedergegebene Aussehen dar. Der Kern ist fast ganz homogen geworden und lässt nur ein centrales Korn unterscheiden. Die Körnchen in seiner Umgebung sind gleichmässiger dicht gestellt und zum Theil derber geworden.

Bei Anwendung primärer Ströme treten die Veränderungen der Zellen ebenfalls in der Regel rasch ein und laufen in wenigen Sekunden und in der gleichen Weise ab wie nach Anwendung der sekundären Ströme, nur wurde der Eintritt der lebhaften oscillatorischen Bewegungen einzelner Fortsätze nicht beobachtet und die Volumenzunahme der Zelle wurde, wenn sie überhaupt eintrat, nicht sehr beträchtlich.

Die Zusammenziehung des Hyaloplasma führt häufiger und rascher als nach Einwirkung sekundärer Ströme zur Bildung kernhaltiger, relativ kleiner Rundzellen. In einem Theil der Zellen kommt es mitunter schon bald nach Abrundung derselben zur Wiederbildung grösserer oder kleinerer Fortsätze, die sich im Laufe $^{1}/_{4}$ Stunde langsam vergrössern, ihre Form ändern und zum Theil auch wieder zurückbilden. Der Kern verdichtet und verkleinert sich nach seiner Bildung wie nach Einleiten von sekundären Strömen.

Zur Prüfung des Verhaltens der Zellen gegen den konstanten Strom wurden 2 grosse (Zink-Kohlen) Flaschenelemente benutzt. Auch bei öfterer Wiederholung der meist unter Anwendung unpolarisirbarer Elektroden angestellten Versuche traten keine Veränderungen an den Zellen ein, die auf eine Stromwirkung hätten bezogen werden können. Die Umbildungen derselben liefen in der gleichen Weise wie sonst, bald rascher, bald langsamer ab und auf dieselben blieb das wiederholte Oeffnen und Schliessen des Stroms ohne allen Einfluss. Auch bei Anwendung von 8 Daniell'schen Elementen traten auffällige Veränderungen der Zellen nicht ein. Dass aber konstante Ströme überhaupt im Stande sind analoge Strukturveränderungen wie die inducirten Ströme zu bewirken, ergab sich bei Durchleiten der ersteren durch Schnitte von der Oberfläche eines Blatts von Sanseviera carnea. Die blassen Kerne der Epidermiszellen und der Parenchymzellen des Mesophylls wandelten sich in ein Paar Minuten in Kerne mit einem derberen, dunkleren Stroma um. Die Umwandlung erfolgte aber viel langsamer und war weniger vollständig als auf Anwendung inducirter Ströme.

Wie die in den Kiemengefässen befindlichen Zellen sich spontan nur in geringer Zahl und verhältnissmässig langsam ver-

ändern, so zeigen sich dieselben auch viel unempfindlicher gegen die Einwirkung inducirter Ströme als die Zellen im entleerten Blut. Während in dem letzteren die Zellen in der Regel sich fast sämmtlich auf Einleiten der Ströme und rasch umbildeten, war es innerhalb der Kiemengefässe derselben Krebse nur eine beschränkte Anzahl von Zellen, die sich veränderten, während die übrigen auch nach minutenlangem Durchleiten der Ströme unverändert blieben. In den Körnerzellen ging die Verflüssigung der Körner ganz wie bei spontanem Eintritt der Veränderungen innerhalb der Kiemengefässe, meist ohne Vakuolenbildung vor sich; die Körner schmelzen rasch ein oder zerfallen zunächst zu Körnchen, die sich nachträglich ganz oder theilweise noch verflüssigen. Häufig verschmelzen auch hier die Körner vor ihrer Verflüssigung zu derberen Gebilden. Auch unter den Körnchenzellen sind es nur einzelne, deren Körnchen sich verflüssigen und in denen sich wie in den Körnerzellen nach Einleiten der Ströme ein Kern bildet. Auffallend war, dass wiederholt bei Anwendung primärer Ströme Körner- und Körnchenzellen rasch reagirten, die sich auf bis 2 Minuten lang fortgesetztes Einleiten starker sekundärer Ströme gar nicht verändert hatten; ausserdem trat der Schwund der Körner dann nicht blos unter Körnigwerden derselben, sondern auch unter Vakuolenbildung ein.

Die innerhalb der Blutbahnen aus Umbildung der Körner- und Körnchenzellen hervorgegangenen kernhaltigen runden oder ovalen Zellen, deren Hyaloplasma keine oder nur noch wenige Körnchen enthält und die amöboide Bewegungen nicht ausführen, verkleinern sich etwas auf Einwirkung der Ströme, indem das Hyaloplasma sich dichter, bald mehr, bald weniger auffallend, um den Kern zusammenzieht.

Werden die oben erwähnten, vereinzelt im Blute vorkommenden Zellen ohne Kern und ohne Kernanlage, die ganz aus Körnchen, reiserartig verzweigten und zum Theil anatomosirenden blassen Fäden oder aus blassen engmaschigen Netzen und einer schwächer brechenden Grundsubstanz bestehen, der Einwirkung der Ströme ausgesetzt, so entsteht sofort unter Schwinden der blossen Zeichnung ein Kern mit glänzendem Stroma und glänzender derber Hülle, der von einer bald ganz homogenen, bald körnig-fädigen, abgerundeten oder mit zackigen, kolbigen oder lappigen Fortsätzen versehenen Plasmaschicht umgeben wird. Auch hier schwinden mit Einleiten der Ströme zunächst die vorhandenen Formelemente, Kernstroma und Hülle enthalten nicht

nur beträchtlich derbere und stärker glänzende, sondern auch ganz anders vertheilte Formelemente als vorher vorhanden waren und wenn auch die ausserhalb des Kerns befindlichen Körnchen und Fäden zum Theil die gleiche Feinheit wie die vorher vorhandenen besitzen, so sind sie doch ebenfalls in anderer Weise vertheilt und treten meist schärfer hervor als die letzteren.

Es handelt sich also, auch abgesehen von der anderen Vertheilung, nicht blos um eine Verflüssigung der vorhandenen Stromatheile und Neubildung von solchen aus dem verflüssigten Material, sondern die neugebildeten Theile zeigen auch eine andere physikalische Beschaffenheit, stärkeren Glanz und schärfere Kontouren und haben sehr wahrscheinlich gleichzeitig auch geringe Aenderungen ihrer chemischen Konstitution erfahren. Der ganze Vorgang ist dem bei Umwandlung einer körnig-fädigen Kernanlage in einen glänzenden Kern zwar sehr ähnlich, unterscheidet sich aber von demselben doch sehr wesentlich dadurch, dass hier eine Kernanlage ganz fehlt und dass innerhalb eines die ganze Zelle durchsetzenden kontinuirlichen fädigen blassen Gerüsts ein glänzender Kern entsteht, während in den peripheren Zellabschnitten nach Verflüssigung der fädigen Theile das Plasma homogen bleibt oder aus demselben sich wieder Körnchen und Fäden ausscheiden, die bald gleichmässig vertheilt, bald vorwiegend in der Umgebung des Kerns angehäuft sind. Es unterscheiden sich somit die in diesen Zellen nach Einwirkung inducirter Ströme eintretenden Veränderungen wesentlich von den sich spontan entwickelnden, die nur in einer Umbildung vorhandener Theile, in dem derber und glänzenderwerden von Fadenreisern, in Abschnürungsvorgängen und in Aenderungen der Form und Weite der Maschen bestanden, die zwar auch in den mittleren Zellabschnitten vor sich gingen, aber nicht zur Neubildung eines Kerns führten. Bei ihrem überhaupt sehr seltenen Vorkommen konnte das Verhalten der Zellen bei Einwirkung von Essigsäure nicht festgestellt werden.

In Fig. 23, 26 und 27 sind Zellen mit gleichmässig fädigem Stroma und die aus ihnen unter dem Einfluss der Ströme hervorgegangenen abgebildet.

Die Zelle Fig. 23*a* erhält nach momentaner Einwirkung der Ströme unter Aenderung ihrer Form das in *b* wiedergegebene Aussehen.

Im Plasma treten Körnchen und Fäden schärfer als in *a* vor und schliessen einen neugebildeten Kern mit glänzender Hülle und Stroma ein.

In Fig. 26 *a* tritt das Reiserwerk der Fäden deutlicher hervor als in Fig. 23 *a*. Unmittelbar nach Einleiten der Ströme entsteht ein glänzender Kern mit derber, vielfach durchbrochener Hülle und derben Stromatheilen, der von einer schmalen Körnchenzone und einer im Uebrigen homogenen, in 2lappige Fortsätze auslaufenden Plasmaschicht umgeben wird (*b*).

In Fig. 27 *b* hat sich nach Einwirken der Ströme das Plasma der aus *a* hervorgegangenen Zelle im Bereiche des linkseitigen Umfangs des neugebildeten Kerns so beträchtlich ausgedehnt und ist so durchscheinend geworden, dafs es sich nicht mehr begrenzen lässt.

Wie aus dem Mitgetheilten hervorgeht, sind es, abgesehen von der Raschheit ihres Ablaufs nur wenige Punkte, in Betreff deren die Umbildungen der Zellen nach Einwirkung inducirter Ströme von denen abweichen, welche sich spontan entwickeln und auch diese Abweichungen sind meistens nicht wesentlich.

Die Verflüssigung der Körnchen geht nach und ohne Anwendung der Ströme genau in derselben Weise vor sich, während die Körner unter dem Einfluss der letzteren sich unter Vakuolenbildung oder unter allmähligem Verblassen, zum Theil nach vorgängiger Verschmelzung, verflüssigen, ohne dass aber ihr Schwund unter allmählicher Verkleinerung oder unter Zerfall zu einzelnen Körnchen beobachtet worden wäre.

Die Bildung des Kerns aus der Kernanlage oder einem blassen Kern, mit oder ohne Betheiligung der Körner und Körnchen erfolgt in beiden Fällen ganz in der gleichen Weise; die einzige Abweichung nach Einleiten der Ströme besteht darin, dass zur Bildung der Kernmembran mitunter auch die Körnchen miteinander verschmelzen, welche die Peripherie der Körnchenschicht einnehmen, dass also zur nachträglichen Bildung des Kernstromes ausser der Kernanlage die ganze, durch die neugebildete Membran ein- und vom Hyaloplasma abgeschlossene Körnchenschicht verwendet wird. Die Veränderungen, welche der Kern nach seiner Bildung erfährt — die nachträgliche Bildung von Stroma- und Hüllentheilen, die Verdichtung der vorhandenen, ihre Zusammenziehung, die Verdichtung der Grundsubstanz und das theilweise oder völlige Homogenwerden des Kerns — erfolgen nach spontaner Bildung des Kerns wie nach seiner Bildung unter dem Einfluss der Ströme. Die Verdichtung der Kerne scheint in den innerhalb der Blutbahnen umgebildeten Zellen nicht so beträchtlich zu werden, wie im entleerten Blute, da die freien Kerne wie

die Kerne der Rundzellen in der überwiegend grossen Mehrzahl deutlich gesonderte Stromatheile und nur einzelne eine ungewöhnlich dicke Hülle besitzen.

Das Hyaloplasma zieht häufig unmittelbar nach Einleiten der Ströme seine Fortsätze ein und wenn sich später wieder Bewegungen einstellen und Fortsätze bilden, gerathen die letzteren nach Anwendung secundärer Ströme mitunter in ausserordentlich lebhafte, einige Zeit anhaltende, von Abschnürungsvorgängen begleitete Bewegungen, wie sie in gleicher Intensität nach spontanem Eintritt der Umbildungen nicht beobachtet wurden. In Betreff der Hüllenbildung und des Eintritts einer Granulirung während oder nach der Zusammenziehung zeigten die Zellen das gleiche Verhalten nach und ohne vorausgegangene Einwirkung der Ströme.

Wie spontan nicht alle Zellen sich umbilden, einzelne selbst stundenlang unverändert bleiben, so widerstehen auch manche der Einwirkung selbst sehr starker Ströme, ziehen nur ihre Fortsätze ein und runden sich ab, Körner, Körnchen und Kernanlage verändern sich aber überhaupt nicht oder die letztere und die Körner erhalten nur ein körniges Aussehen. Ausnahmsweise wurde das völlige Ausbleiben aller Veränderungen der Zellen an mehreren Blutpräparaten desselben Krebses auch nach Anwendung sehr starker Ströme beobachtet. Bei öfter wiederholten Versuchen zeigte sich, dass innerhalb der Gefässe sowohl nach als ohne Einleiten der Ströme immer nur einzelne Zellen umgebildet werden, während im entleerten Blute desselben Thieres sie fast sämmtlich oder mit wenigen Ausnahmen sich umbildeten; es lässt dies Verhalten nicht wohl eine andere Deutung zu, als die, dass mit Austritt des Blutes aus den Gefässen die Zellen bestimmte Veränderungen erfahren, die sie empfänglich für die Einwirkung der Ströme machen und den Anstoss geben, dass auch ohne Einwirkung der letzteren sich die gleichen Veränderungen, wenn auch langsamer entwickeln.

In den ganz aus Netzen oder anastomosirenden, verästelten Fadenreisern bestehenden Zellen wurden nur Umbildungen einzelner Fäden und Maschensepta, nach Einleiten der Ströme dagegen regelmässig die Verflüssigung der vorhandenen Formelemente unter Bildung grosser hyaliner Plasmabuckel und unmittelbar darauf die Bildung eines glänzenden Kerns beobachtet, in dessen Umgebung feine, ebenfalls neugebildete Körnchen und Fäden in wechselnder Menge in das Plasma eingelagert waren. Ob der Kern hier lediglich aus dem verflüssigten und sich wieder consolidiren-

den Material der geformten Theile entstanden ist, oder ob in den Maschen umgeformtes Nuklein enthalten war, was sich an der Kernbildung betheiligte, lässt sich natürlich nicht angeben, keinenfalls aber war ein besonderer, vorwiegend aus Nuklein bestehender Körper nachweisbar.

Die ganzen Veränderungen der Zellen nehmen somit, sowohl bei ihrer spontanen Entwickelung als bei ihrem Eintritt nach elektrischer Reizung, ihren Ausgang von den nukleinhaltigen Körpern, den Kernanlagen, den blassen Kernen, den Körnern und Körnchen, sowie von den fädigen Gerüsten der Zellen ohne Kernanlage. Dabei sind die Veränderungen an sich wesentlich verschieden, je nachdem es sich um Neubildung geformter Substanz aus ungeformter oder um Verdichtung und Glänzendwerden blasser Theile oder um Verflüssigung von Körnern und Körnchen handelt. Aus Kernanlagen entstehen Kerne mit glänzendem Stroma und Hülle unter Verflüssigung der vorher vorhandenen feinen und blassen Körnchen und Fäden, falls die Kernanlage nicht homogen war und das Stroma blasser Kerne verdichtet sich und wird glänzend. Körner und Körnchen dagegen erweichen oder verflüssigen sich zunächst unter allen Umständen und betheiligen sich in der geschilderten Weise in manchen Zellen direkt durch Verschmelzen oder indirekt nach vorgängiger Verflüssigung an Bildung des Kerns, während der grössere oder grösste Theil ihrer verflüssigten Substanz sich in den meisten Zellen mit dem Hyaloplasma vermischt.

Mit Bezug auf die Säurebildung bei Muskelkontraktionen lag die Frage nahe, ob nicht auch bei den lebhaften Contraktionen des Hyaloplasmas Säure gebildet wird. Zur Begründung dieser Vermuthung liess sich ausserdem der Umstand anführen, dass Engelmann[1]) mitunter blaue Lakmuskörnchen wenige Minuten nach ihrer Aufnahme in das contraktile Endoplasma vom Stylonychia mytilus und pustulata, Paramaecium aurelia und Amoeba diffluens roth werden und weiterhin bleiben sah und dass nach Brandt[2]) der Inhalt pulsirender Vakuolen sauer reagirt, violette Hämatoxylinlösung bräunt. Setzt man einem Tropfen Krebsblut soviel Lakmuspulver oder Lakmuslösung zu, dass das Blut mikroskopisch eine blass blaue Färbung zeigt, so färben sich die freien wie die in Zellen eingeschlossenen Kerne erst licht, dann zunehmend dunkler blau, bis nach etwa 3/4 Stunden ihre Färbung eine

---

[1]) Hermann, Physiologie, Bd. I, pag. 349.

[2]) Biologisches Centralblatt. 1881, N. 7.

so gesättigte ist, dass Stromatheile überhaupt nicht mehr unterschieden werden können. Der Ablauf der Umbildungen in den Körner- und Körnchenzellen wird, wie es scheint, etwas verzögert aber nicht wesentlich verändert. Die letzteren bleiben ganz ungefärbt oder es nehmen nur vereinzelte Körner und Körnchen eine blaue Färbung an, die auch an den Körnchen noch sichtbar ist, welche bei Verflüssigung der Körner zurückgeblieben sind. Sobald sich dagegen aus der ungefärbt gebliebenen Kernanlage ein Kern gebildet hat färbt sich derselbe sehr rasch, wie die freien Kerne, und zunehmend dunkler und bleibend blau. Das Hyoloplasma nimmt keine Färbung an. Auch den Zellen unmittelbar anliegende Lakmuskörner röthen sich weder während der in den letzteren ablaufenden Veränderungen, noch nach erfolgtem Ablauf. Wenn demnach während der letzteren überhaupt eine Säure gebildet wird, würde ihre Menge eine so geringe sein, dass sie auf diesem Wege nicht nachgewiesen werden kann.

Leitet man inducirte Ströme durch ein mit Lakmus behandeltes Blutpräparat, so röthen sich die blau gefärbten Kerne am positiven Pol und zwar nimmt zuerst ihre Grundsubstanz eine Rosafärbung an, die allmählich lebhafter wird, während Stroma und Hülle sich erst später, nicht regelmässig und meist schwächer färben als die Grundsubstanz. Das Plasma erhält, soweit es bei der Verkleinerung der Zellen eine feinkörnige Beschaffenheit erlangt, einen blassrothen Schimmer und nur die distinkten, bei der Verflüssigung der Körner übrig gebliebenen Körnchen nehmen eine deutliche rothe Färbung an.

Leuchtgas und Sauerstoff übten weder auf die Beschaffenheit der Zellen, noch auf ihre Umbildungen und die Beschleunigung des Eintritts und Ablaufs derselben durch inducirte Ströme einen nachweislichen Einfluss. Die Blutkörper zeigten das gewöhnliche Verhalten auch nachdem die Thiere mehrere Stunden in einem Gefäss zugebracht hatten, welches nur das eine oder andere der genannten Gase enthielt. Es schien zwar, als wenn durch die Aufnahme von Leuchtgas die Bewegungen der Zellen, sowie der Ablauf ihrer Umbildungen verzögert würden, indessen in gleichem Grade ist dies gar nicht selten der Fall bei Zellen von Krebsen, die sich unter gewöhnlichen Verhältnissen befunden haben.

---

3) Umbildung der Zellen unter dem Einfluss erhöhter Temperatur.

Erhöhung der Temperatur des Objektträgers auf 35—40 ° C. bewirkte keine constanten Abweichungen im Verhalten der Zellen, weder bezüglich der Art ihrer Veränderungen, noch nach der Schnelligkeit ihres Ablaufs. Ein Paar Mal verliefen die Umbildungen nur langsamer als gewöhnlich und es war namentlich die Verzögerung in der Bildung der Kerne auffallend, deren Stroma als ein sehr blasses, verschwommenes, nicht blos in einzelnen Zellen, sondern in der Mehrzahl derselben geraume Zeit, $\frac{1}{4}$ Stunde und länger sichtbar blieb, ohne sich zu verändern und nur ganz allmählig ein glänzendes Aussehen und scharfe Kontouren erhielt; andere Male hatten die derberen Stromatheile statt schärfer vorzutreten, an Umfang zugenommen und waren mit einander zu grösseren blassen, homogenen, den grössten Theil des Kerninnern ausfüllenden rundlichen oder ovalen Gebilden verschmolzen. Auch die Verflüssigung der Körner erfolgte langsamer, so dass nach Beginn der Vakuolenbildung im Verlaufe einer halben Stunde erst ein Theil der Körner geschwunden war, während in einer grösseren Anzahl von Zellen die Körner auch im weiteren Verlauf der Beobachtung sich nicht verändert und auch Kernanlagen und blasse Kerne sich nicht in glänzende Kerne umgewandelt hatten. Eine Verzögerung oder ein Ausbleiben der Verflüssigung der Körner und Körnchen wie die sehr allmählig zu Stande kommende Entwicklung eines glänzenden Kernstromas werden zwar auch häufig unter gewöhnlichen Verhältnissen beobachtet, aber dann nur an vereinzelten Zellen, während das Verschmelzen der Stromatheile blasser Kerne zu grösseren compakten Gebilden überhaupt nur nach Erhöhung der Temperatur wahrgenommen wurde. Die letztere kann demnach theils den Ablauf der Veränderungen in der Zelle verzögern, theils denselben modificiren; es geschieht dies aber nicht regelmässig, die Veränderungen liefen bei anderen Versuchen in der gewöhnlichen Weise ab. Eine Beschleunigung der Bewegungen der Zelle, wie sie bei anderen amöboiden Zellen nach Temperaturerhöhung beobachtet worden ist, trat nicht ein.

---

4) Veränderungen der Zellen durch chemische Reagentien.

1) Wasserwirkung.

Setzt man einem Blutstropfen einen um den 3ten Theil oder um die Hälfte kleineren Tropfen destillirten Wassers zu, so wird der Ablauf der Umbildungen in den Zellen etwas modificirt und ausserdem erheblich verzögert.

Die Formveränderungen der Zellen und die Bildung von Fortsätzen gehen sehr träge vor sich, statt zackiger oder stachelförmiger Fortsätze wölben sich meist nur umfangreiche blasse Buckel vor, die sich wenig verändern, nachdem sie eine bestimmte Grösse erreicht haben oder sich unter bleibender Abrundung der Zelle langsam zurückbilden. In einem Theil der Zellen erhält das Hyaloplasma, ehe noch erhebliche Veränderungen in ihrem Innern eingetreten sind, eine verhältnissmässig derbe Hülle, die sich bald schon wenige Minuten nach Anfertigung des Präparats bildet, bald erst im Verlaufe von 1—2 Stunden und nach deren Bildung die Verflüssigung der Körner und Körnchen weder zur Vergrösserung der Zelle noch zu erheblichen Formveränderungen derselben führt. In einer Körnerzelle mit noch ganz unveränderten Körnern kam es zum plötzlichen Bersten der Hülle $^3|_4$ Stunden nach ihrer Bildung und gleichzeitig mit dem Vorstürzen der Körner wandelte sich die Kernanlage in einen glänzenden Kern um.

Das Auseinanderweichen der Körner und Körnchen erfolgt langsam; die letzteren gerathen beim Einfliessen in sich vorwölbende Buckel mitunter in sehr lebhafte tanzende Bewegungen. Auch die Verflüssigung der Körner und Körnchen geht langsamer vor sich als gewöhnlich und kommt in manchen Präparaten in einer Anzahl Zellen auch während mehrstündiger Beobachtungsdauer nicht oder nur unvollständig zu Stande. Nachdem die Körner sich vergrössert und einen stärkeren Glanz erlangt haben, verschmelzen sie häufig zu mannigfach gestalteten prismatischen, keulen-, stäbchen-, biskuit- oder halbmondförmigen oder runden Gebilden, welche letzteren die Grösse eines kleinen Kerns erreichen können. Aehnliches wird zwar auch ohne Wasserzusatz zum Blut, aber seltener beobachtet und dann erreichen auch die aus Verschmelzen der Körnchen hervorgegangenen Gebilde nicht die Grösse wie nach Wasserzusatz zum Blut. Die Vergrösserung der Kernanlage wird mitunter beträchtlicher als ohne Wasserzusatz,

da sie nicht allein durch Apposition neuen Materials seitens der sich verflüssigenden Körner und Körnchen, sondern auch durch Wasseraufnahme und Quellung der Kernanlage bewirkt wird, die sich meist schon einige Minuten nach dem Wasserzusatz bemerklich macht. Es entsteht dann in der Regel zuerst ein blasser Kern, dessen Hülle früher sichtbar wird als das Stroma und der nach kürzerer oder längerer Zeit, mitunter erst nach $^1/_2$ Stunde, eine glänzende Hülle und dann auch ein glänzendes Stroma erhält.

Die Verflüssigung der Körner und Körnchen vollzieht sich sehr allmählig und während derselben bleiben lebhaftere Bewegungen der Zellen und häufig auch eine auffallende Volumenzunahme derselben aus. Nach Bildung des Kerns und der mehr oder weniger vollständigen Verflüssigung der Körner und Körnchen zieht sich der Kern und die Zelle wie im unverdünnten Blut zusammen, und die letztere erhält jetzt eine Hülle, wenn eine solche sich nicht schon früher gebildet hatte. Das Hyaloplasma erhält nach der Verflüssigung von Körnern und Körnchen mitunter eine feinkörnig-fädige Beschaffenheit, ebenso die Fortsätze, die sich dann nicht oder später als andere hyalin gebliebene zurückbilden und auch keine besondere Hülle erhalten.

Nach Zusatz eines gleich grossen Tropfens destillirten Wassers zu einem Tropfen Blut wird die Zahl der Zellen, welche sich abrunden, ihre Bewegungen einstellen und eine Hülle erhalten, beträchtlich grösser und ausserdem erlangen die Kernanlagen, welche Anfangs eine fein und blass körnig-fädige Beschaffenheit besassen, nach Eintritt der Quellung ein vollkommen homogenes Aussehen. Bei dem Ausbleiben lebhafterer Bewegungen der Zellen kommt es gar nicht immer zu einer Vermischung des Körner- und Körnchenplasmas mit dem Hyaloplasma, das erstere bildet eine compakte, vom letzteren wohl abgegrenzte Schicht um den Kern oder um die Kernanlage.

In durch Fettabschluss vor dem Verdunsten geschützten Präparaten finden sich auch nach Verlauf von 6—12 Stunden neben einzelnen nicht oder nur wenig veränderten Zellen in ziemlicher Häufigkeit Zellen mit fein granulirtem, oder Gruppen und Reihen glänzender Körnchen einschliessendem Hyaloplasma und einer vergrösserten homogenen oder blass granulirten Kernanlage oder einem noch blassen Kern. Da ohne Wasserzusatz zum Blut Zellen von dieser Beschaffenheit auch längere Zeit nach Anfertigung des Prä-

parats sich nur vereinzelt finden, so scheint die Einwirkung des Wassers die Bildung eines Stromas und eines blassen Kerns in einen glänzenden nicht nur verzögern, sondern unter Umständen ganz verhindern zu können.

Die Wasserwirkung dokumentirt sich demnach in der Verlangsamung der Bewegungen des Hyaloplasma, in der trägen Bildung von Fortsätzen und in der Abrundung wie in der Bildung einer Hülle um viele Zellen, ehe noch Veränderungen in ihrem Innern eingetreten sind; ferner in der Verzögerung der Verflüssigung von Körnchen und Körnern bei zum Theil sehr auffallenden Formveränderungen und Umgestaltungen der Körner und in der Verzögerung oder in dem gänzlichen Ausbleiben der Bildung des Kerns aus der durch Quellung oder auch durch Apposition neuen Materials vergrösserten Kernanlage. Wenn die letztere blasse und feine Körnchen und Fäden enthält, schwinden dieselben und die Kernanlage wird ganz homogen, wenn dem Blutstropfen ein gleich grofser Wassertropfen zugesetzt worden ist. Bei dem Ausbleiben lebhafterer Bewegungen des Hyaloplasma bleibt mitunter das Körner- und Körnchenplasma als compakte Schicht um den Kern oder die Kernanlage angehäuft.

An menschlichen farblosen Blutkörpern hat Stricker[1]) auf Zusatz von destillirtem Wasser nicht blos Abrundung derselben, sondern auch den Eintritt von schwingenden Bewegungen der in den Zellen herumkreisenden Körnchen betrachtet. Für die Abhängigkeit der Schwingungen vom Leben der Zelle führt Stricker den Umstand an, dass sie unmittelbar vor Bersten und Absterben der letzteren ausserordentlich lebhaft wurden und dass die Körnchen nach ihrem Austritt aus der Zelle innerhalb der umgebenden wässrigen Flüssigkeit an Schwingungsgeschwindigkeit einbüssten oder zu schwingen aufhörten.

Thoma[2]) sah nach Uebersättigung des Bluts von Warm- und Kaltblütern die farblosen Zellen sich erheblich vergrössern, kugelrund, sehr blass und schwach lichtbrechend werden, während ihre Körnchen in lebhafte Molekularbewegung geriethen.

Nach Flemming[3]) wirkt Wasser auf die Balken der Kerngerüste so stark quellend, dass sie unsichtbar werden und in den

---

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie der W. Bd. 55. 1867.
2) Virchow's Archiv, Bd. 26.
3) l. c. S. 110.

homogenen, von sehr dünner Membran umschlossenen Kernen nur noch das unveränderte oder vakuolisirte Kernkörperchen sichtbar bleibt. Eine vollständige Lösung und Deconstituirung der Gerüstbalken tritt aber bei der Wasserwirkung zunächst nicht ein, denn ein im Wasser klar gewordener Kern zeigt bei nachträglichem Säurezusatz wieder Gerüststränge mit etwas veränderter Anordnung.

Die Krebsblutkörper zeigen insofern ein wesentlich anderes Verhalten, als es in denselben trotz des Wasserzusatzes zur Bildung eines erst blassen und dann glänzenden Kernstromas kommt, nur erfolgt die Bildung desselben langsamer als gewöhnlich und bleibt öfter ganz aus.

Werden inducirte Ströme durch mit Wasser verdünntes Blut geleitet, so werden die Bewegungen des Hyaloplasma zwar lebhafter als vorher, bleiben aber auch jetzt an einer Anzahl Zellen aus und zwar sowohl an solchen, um welche sich eine Membran gebildet hatte, als an solchen, wo diese fehlte. Die Körner und Körnchen verflüssigen sich zwar rascher als vorher, in einer Anzahl Zellen aber doch langsamer als in nicht mit Wasser verdünntem Blut, während das entstandene Körner- und Körnchenplasma sich immer zu einem grösseren oder geringeren Theil im Hyaloplasma vertheilt. Ein Kern entstand regelmässig aus der Kernanlage, auch wenn dieselbe in Folge der Wasserwirkung mehr oder weniger gequollen war. Nach Verflüssigung der Körner und Körnchen und nach Bildung des Kerns zieht sich das Hyaloplasma rasch und ruckweise und unter Abschnürung rundlicher oder fetziger Portionen um den Kern zusammen und es bleibt nun eine Rundzelle zurück, deren Kern von einer verhältnissmässig schmalen Zone Hyaloplasma umschlossen wird. Es gleichen diese Zellen ganz den schon im frischen Blut enthaltenen Rundzellen; in geringerem Grade ist dies der Fall bei den aus Umbildung der Körner- und Körnchenzellen des unverdünnten Bluts spontan oder nach Einleiten inducirter Ströme hervorgegangenen Zellen, da bei diesen sich nur kleinere Portionen des Hyaloplasma abschnüren, eine nachträgliche Zusammenziehung meist weniger beträchtlich ist und sich bei der bedeutenden Volumenszunahme der Zelle allmähliger, häufig erst im Verlaufe von Stunden vollzieht.

2) Verhalten der Zellen gegen Theerfarbstoffe.

Setzt man dem Blutstropfen so viel Methylgrün oder Anilin violett in fester Form oder in gesättigter wässriger Lösung zu, dass er makroskopisch eine deutliche lichte, grüne oder violette Färbung zeigt, so färben sich Stroma und Hülle der freien und zum Theil auch der in Zellen eingeschlossenen Kerne rasch und zunehmend tief, während in einem andern Theil der kernhaltigen Zellen die Färbung der Kerne erst nach einiger Zeit eintritt. In den Körner- und Körnchenzellen bleibt das Hyaloplasma ganz ungefärbt, Körner und Körnchen nehmen nur in einem Theil der Zellen und meist nicht sämmtlich eine Färbung an. Die Kernanlagen färben sich in Anilinviolett sämmtlich ziemlich rasch, gleichmässig und mehr oder weniger lebhaft, während nach Entwickelung des Kernstromas der Farbstoff vorwiegend an dasselbe gebunden ist. In Methylgrün bleiben dagegen die Kernanlagen ganz ungefärbt und erst nachdem sich aus ihnen ein Kern entwickelt hat, nimmt derselbe rasch eine grüne Färbung an. Die Bewegungen der Zelle erfolgen nach Zusatz der Farbstoffe viel träger als sonst, manche Zellen bleiben $^1/_2$—2 Stunden ganz unbeweglich oder es bilden sich nur grosse, bucklige, sich langsam verändernde Vortreibungen; ebenso geht die Verflüssigung der Körner und Körnchen langsamer vor sich, so dass in den Körnerzellen sich häufig aus der gefärbten Kernanlage bereits ein Kern gebildet hatte, während noch der grösste Theil der Körner oder dieselben sämmtlich unverändert waren. Andere Male war auch die Bildung des Kerns aus der Kernanlage sehr verzögert. Eine nachträgliche Färbung des Hyaloplasma trat nur dann ein, wenn nach vorausgegangener Verflüssigung der Körner und Körnchen dasselbe mit seiner Zusammenziehung eine feinkörnige Beschaffenheit angenommen und das Material der ersteren sich wieder ausgeschieden hatte. Auch nach Einleiten inducirter Ströme gingen die Veränderungen in den Zellen träger vor sich als in Zellen aus ungefärbtem Blut desselben Krebses und blieben bei einer grösseren Anzahl Zellen ganz aus. Im letzteren Fall nahmen aber vorher ungefärbte Körner und Körnchen nach Einleiten der Ströme nicht nur rasch eine Färbung an, sondern dieselbe war auch tiefer als sie sonst zu sein pflegt. Die gleiche Verlangsamung der Bewegungen und Umbildungen der Zellen wie nach Zusatz von Methylgrün und Anilinviolett zum Blut tritt auch nach Färbung desselben durch Safranin, Magdalaroth und Eosin ein.

3) Alkoholwirkung.

Setzt man der Blutflüssigkeit zwischen Deckglas und Objektträger absoluten Alkohol zu, so erlöschen die Bewegungen der Zellen und diese selbst unterliegen sehr erheblichen Veränderungen.

Das Hyaloplasma bleibt homogen oder wird sehr zart und fein, hie und da auch derber granulirt und erhält stellenweise eine derbe Hülle.

Die Kernanlage verkleinert sich häufig etwas und erhält entweder ein gleichmässig trübes, dunkles Aussehen durch das Auftreten dicht gestellter Körnchen oder differenzirt sich zu derberen Stromatheilen, die eine ähnliche Beschaffenheit darbieten wie die unter gewöhnlichen Verhältnissen entstandenen, aber häufig feine Körnchen in dichterer Stellung als sonst zwischen sich einschliessen. Mitunter bleibt ein Theil der Kernanlage homogen, erhält aber einen stärkeren Glanz, so dass er als solider Anhang eines kleinen Kerns erscheint oder die ganze Kernanlage wandelt sich in einen compakten, glänzenden Klumpen um, der in der Mitte eine Höhlung mit ein Paar Körnchen einschliesst.

Die Umwandlung der Kernanlage in einen Kern geht in der Regel dem Eintritt von Veränderungen der Körner voraus. Die letzteren erhalten undeutliche Contouren und verschmelzen zu mehreren scholligen, homogenen Gebilden oder zu einer einzigen homogenen, glänzenden Masse, die wie die Schollen sich wieder zu bald feinen und blassen, bald derberen und dunkleren Körnchen und zu feinen, mit den letzteren zusammenhängenden Fäden differenzirt, die mitunter ein feines, die Körnchenmasse durchziehendes Gerüst bilden. Andere Male zerfallen die unverschmolzenen Körner nach Aufhellung ihrer centralen Abschnitte zu einzelnen Körnchen und zu kurzen Fäden. In beiden Fällen behält die aus der Körnerschicht hervorgegangene Körnchenschicht die Ausdehnung der letzteren, lässt sich vom Kern wie vom Hyaloplasma deutlich sondern und verdichtet sich in der Peripherie häufig in grösserer oder geringerer Ausdehnung zu einer im Durchschnitt fädigen Hülle. Mitunter wandeln sich die Körner in stäbchenförmige, fasrige, spindelförmige, zum Theil anastomosirende Gebilde um.

In den Körnchenzellen verblassen die Körnchen bald nur, bald verschmelzen sie zum Theil untereinander zur Bildung feiner Fäden. Im Uebrigen sind die Veränderungen denen in den Körnerzellen entsprechend.

Freie wie in Zellen eingeschlossene Kerne werden nicht ver-

ändert oder es treten zwischen ihren Stromatheilen Körnchen in grösserer Zahl hervor als gewöhnlich.

Analog den durch Alkohol bewirkten Veränderungen sind die auf Zusatz von Schwefeläther eintretenden, entwickeln sich aber viel langsamer und erst auf öfter wiederholten Aetherzusatz.

In Fig. 21, *a* und *b*, sind 2 durch Alkohol veränderte Zellen abgebildet. Der Kern von *a* unterscheidet sich nicht wesentlich von spontan entstandenen Kernen, während in *b* sich die Kernanlage nur zum Theil in einen Kern umgewandelt hat, zum Theil aber homogen geblieben und glänzend geworden ist. Die den Kern umschliessende, aus den Körnern hervorgegangene granulirte Schicht besitzt in beiden Zellen eine deutliche Hülle, eine zartere das in *a* homogen gebliebene, in *b* sehr zart granulirte Hyaloplasma.

Es werden demnach durch Einwirkung des Alkohols alle Theile der Zelle verändert und die Veränderungen selbst sind so weit analog, als sich aus dem Hyaloplasma, den Körnern und aus der Kernanlage Körnchen oder diese und Fäden differenziren und das Hyaloplasma, wie die aus den Körnern hervorgegangene Körnchenschicht stellenweise eine deutliche Hülle erhalten. Am auffallendsten sind die Veränderungen der Körner und der Kernanlage, welche letztere sich mitunter gleichzeitig verkleinert und mit einem grösseren oder geringeren Theile ihrer Substanz in einen homogenen, stark glänzenden Körper verwandelt.

4) Wirkung von Pikrokarmin.

Wird einem Tropfen Blut so viel Pikrokarminlösung zugesetzt, dass die Flüssigkeit mikroskopisch einen Schimmer von Färbung zeigt, so treten Veränderungen ein, die im Wesentlichen auf die Einwirkung der Pikrinsäurelösung bezogen werden müssen, da die Zellen die Karminfärbung erst dann annehmen, wenn die Veränderungen in ihrem Innern ganz oder zum grössten Theil abgelaufen sind.

Eine Gelbfärbung der Körner, Körnchen, der Kernanlagen und blassen Kerne ist nur in einem Theil der Zellen schon unmittelbar nach Anfertigung des Präparats sichtbar; in anderen nicht gefärbten Zellen geht die Bildung und Rückbildung von Fortsätzen zunächst noch in der gewöhnlichen Weise vor sich, dann verlangsamen sich die Bewegungen, die Fortsätze werden eingezogen, die Zelle rundet sich ab und kann minutenlang oder während einer halben Stunde unverändert bleiben, bis die Körner ein stärkeres

Brechungsvermögen erlangen und sich wie die Kernanlagen oder der aus ihr hervorgegangene blasse Kern gelb färben. Nach Eintritt der Gelbfärbung treibt das Hyaloplasma statt stachelförmiger nur noch halbkugeliche oder lappige, langsam anwachsende Fortsätze vor, die sich bald wieder zurückbilden, bald unverändert kürzere oder längere Zeit fortbestehen und zum Theil eine Hülle und ein fein granulirtes Aussehen erhalten und eine sehr schwache gelbliche Färbung annehmen. Während der Verkleinerung der Buckel und der Abrundung der Zelle kam es einige Male zum Bersten ihrer Hülle, andere Male gerieth bei gleichzeitiger Verflüssigung der Körner der feinkörnige Inhalt der Buckel in die lebhafteste Molekularbewegung, die bis eine Viertelstunde lang in gleicher Stärke anhielt und allmählich erlosch, während die Körnchen sich mehr und mehr in der Peripherie des Hyaloplasma anhäuften. Bald rasch nach Eintritt der Pikrinfärbung, bald erst geraume Zeit später, mitunter erst nach einer halben Stunde, verändern die Körner ihre Beschaffenheit und gegenseitige Lage, einzelne verschmelzen mit einander und es kommt in ganz ähnlicher Weise wie in unverändertem Blut in einem grösseren oder geringeren Theile derselben gleichzeitig oder successive zur Bildung von Vakuolen, wobei das Innere der Körner sich entweder mit einem Male verflüssigt, oder sich zunächst zu Körnchen differenzirt. Die vakuolisirten Körner schwinden zum Theil, indem ihre Hülle sich zu einzelnen Körnchen sondert, zum Theil verkleinern sie sich allmählig oder ruckweise unter Hinterlassung von Körnchen. Auch bereits vakuolisirte Körner können mit anderen vakuolisirten oder in der Vakuolisirung begriffenen verschmelzen und dadurch eine beträchtliche Vergrösserung erfahren. Eine grössere oder geringere Zahl von Körnern schwindet ohne Vakuolenbildung unter zunehmender Verkleinerung. Die verflüssigte Substanz der Körner mischt sich nicht oder nur in geringem Grade mit dem Hyaloplasma und bildet mit den unverändert gebliebenen Körnern und den bei Verflüssigung der Körner zurückgebliebenen Körnchen eine die Kernanlage umschliessende und vom Hyaloplasma deutlich abgegrenzte Schicht, welche nur mit einzelnen etwas abgerückten Körnern und Körnchen in das letztere ausgreift.

Die Bildung eines glänzenden, scharf gezeichneten Stromas aus der Substanz der Kernanlage wurde nicht beobachtet; wenn aus der letzteren sich ein blasser Kern entwickelt hatte, blieb das Stroma desselben unverändert und nur die Hülle wurde stärker brechend und schärfer gezeichnet, während in Zellen die eine

Kernanlage enthalten dieselbe mit Eintritt der Gelbfärbung ein dichtkörniges oder körnig-fädiges Gefüge, aber kein derberes Stroma erhält und sich auch nicht weiter verändert. Erst nachdem die Kernanlage diese Beschaffenheit erhalten und die Vakuolisirung der Körner Fortschritte gemacht hat, nimmt die erstere wie blasse Kerne, Körner und Körnchen eine lebhaft rothe Färbung an, das Hyaloplasma dagegen aber eine ganz blasse.

In den Körnchenzellen verändern sich die Körnchen nach Eintritt der Gelbfärbung eine Weile nicht, verblassen und schwinden dann ziemlich rasch, im Übrigen sind die Veränderungen denen der Körnerzellen entsprechend.

Durch Zusatz von Pikrokarmin zum Blut werden somit zunächst die Lebensäusserungen der Zellen herabgesetzt, ihre Bewegungen werden langsamer und erlöschen, um nach Eintritt der Gelbfärbung der Körner, Körnchen und Kernanlage mit etwas verändertem Charakter wieder zu beginnen. Es bilden sich umfangreiche, langsam wachsende, zum Theil fein granulirte und sehr schwach gelb gefärbte Buckel, mit deren Rückbildung die Zelle sich abrundet und in denen die Körnchen mitunter in ausserordentlich lebhafter Molekularbewegung begriffen sind. Die Vorgänge bei Vakuolisirung der Körner zeigen kein vom gewöhnlichen erheblich abweichendes Verhalten, dagegen vermischt sich die verflüssigte Kornsubstanz nicht mit dem Hyaloplasma. Aus der Kernanlage wird ein glänzender Kern nicht gebildet, sondern dieselbe erhält eine dicht körnig-fädige Beschaffenheit und ein dunkles Aussehen; auch das Stroma blasser Kerne bleibt undeutlich und nur die Hülle erhält häufig schärfere Contouren. Erst nachträglich tritt Rothfärbung der Zellen ein, und wie nach Einwirkung von Anilinfarben werden Kerne, Körner- und Körnchenplasma lebhafter, das Hyaloplama gar nicht oder sehr schwach gefärbt.

5) Wirkung von Essigsäure und von Osmiumsäure.

Lässt man vom Rande des Deckgläschens aus einen kleinen Tropfen Essigsäure zur Blutflüssigkeit treten, so entsteht an der Berührungsstelle beider Flüssigkeiten eine weissliche, durch körnige Eiweissniederschläge bewirkte Trübung, die sich nur sehr allmählich mit dem weiteren Vordringen der Säure ausbreitet. Es kommt deshalb in einer Anzahl Zellen zur Verflüssigung der Körner und Körnchen und zur Bildung eines Kerns, ehe überhaupt

die Säure auf sie eingewirkt hat; sobald dieselbe aber zu noch unverändert gebliebenen Zellen vorgedrungen ist, entsteht ein körniger Niederschlag in der unmittelbaren Umgebung derselben und gleichzeitig erfahren sie selbst sehr auffallende Veränderungen.

Sobald die Säure auf eine Körnerzelle einwirkt, verschmelzen die Körner sämmtlich oder zum grössten Theil, rasch oder allmählig und ohne vakuolisirt zu werden zu einer homogenen Masse, die sich sowohl von dem umgebenden Hyaloplasma, als von der Kernanlage durch ihr stärkeres Brechungsvermögen ziemlich deutlich abgrenzt. Während die Körner ihre Lage verändern, zusammenrücken und verschmelzen, wird die Kernanlage häufig verdeckt, andere Male bleibt sie sichtbar und wird unmittelbar nach dem Verschmelzen der Körner in ein kernartiges Gebilde umgewandelt, das zwar eine etwas wechselnde Beschaffenheit zeigt, in der Mehrzahl der Fälle aber sich sehr auffallend von den präformirten, wie von den während der Beobachtung, spontan oder unter dem Einfluss inducirter Ströme entstandenen Kerne unterscheidet.

Die Kernanlage erhält häufig in ihrer ganzen Ausdehnung eine gleichmässig dicht- und feinkörnige Beschaffenheit. Die Körnchen sind dunkel, ziemlich scharf umschrieben und von gleicher Feinheit oder schliessen vereinzelte derbere wie kurze Fäden ein. Eine Hülle fehlt oft ganz oder ist unvollständig und zart und an ihrer Stelle finden sich im ersteren Falle Körnchen, welche ganz dieselbe Beschaffenheit besitzen und ebenso gleichmässig dicht gestellt sind wie die Körnchen im Kerninnern. Die Form des Kerns ist regelmässig rund oder oval oder wird unregelmässig durch zackig-körnige Fortsätze, welche vereinzelt oder zu mehreren in das umgebende, körnig gewordene Körnerplasma ausgreifen. Kerne von dieser Beschaffenheit kommen weder in Zellen, noch frei in unverändertem Krebsblute vor, sie sind lediglich Kunstprodukte, die durch die Einwirkung der Essigsäure auf die Kernanlage entstanden sind. Dasselbe gilt von Kernanlagen, die in einen unregelmässig geformten, eckigen, glänzenden, fast ganz homogenen Körper umgewandelt worden sind, und von Kernanlagen, die zunächst zwar ein gleichmässig dichtkörniges Aussehen erlangt haben, in denen aber nachträglich und während der Beobachtung die Körnchen stellenweise zu derberen knotigen oder strangförmigen Gebilden verschmolzen sind, die den Stromatheilen von präformirten Kernen gleichen. In anderen Essigsäurekernen finden sich dagegen von Anfang an

derbere Knoten, Stränge und Fäden in wechselnder Häufigkeit zwischen die mehr oder weniger dicht gestellten Körnchen, während eine Hülle bald in grösserer Ausdehnung, bald nur in Form kurzer, fädiger Stücke vorhanden ist oder ganz fehlt. Die Annahme, dass in diesem Falle die Stromatheile schon präformirt gewesen und durch die Säure nur sichtbar gemacht worden seien, kann überhaupt nur in Betreff homogener Kernanlagen als zulässig anerkannt werden, da die Kernanlagen von gleichmässig dicht, fein- und blasskörnig-fädiger Beschaffenheit nicht noch ein anders beschaffenes, derberes und unsichtbares Stroma einschliessen können.

Aber auch für homogene Kernanlagen scheint eine solche Annahme sehr unwahrscheinlich, da das Stroma blasser Kerne unter der Einwirkung der Essigsäure schwindet und aus ihrer homogen gewordenen Substanz sich neue, anders beschaffene Formelemente entwickeln. Näher liegend und wahrscheinlicher erscheint die Annahme, dass unter Umständen, bei ungleichmässiger Einwirkung der Säure oder bei ungleicher Dichte der Substanz der Kernanlage, die Säure Gerinnungen der Substanz der letzteren bewirkt die nach Form, Derbheit und der Art und Weise ihrer Vertheilung den in der lebenden Zelle entstandenen Stromatheilen des Kerns mehr oder weniger gleichen.

In den blassen Kernen treten unmittelbar nach Einwirkung der Säure die Stromatheile für einen Moment deutlich und scharf hervor, dann verblasst aber der Kern, wird mit oder ohne gleichzeitige Quellung ganz homogen und nachträglich entwickeln sich in zunehmender Menge scharf vortretende Körnchen und Fäden und eine glänzende Hülle von wechselnder Dicke. Das Kerninnere besteht dann bald vorwiegend aus gleichmässig dicht gestellten feinen Körnchen, bald sind neben denselben Fäden in wechselnder Zahl, und einzelne Stränge und Knoten sichtbar, immer aber sind die in dem homogen gewordenen Kern vortretenden Formelemente neugebildet und von den vorher vorhandenen, mit Einwirkung der Säure geschwundenen blassen Stromatheilen durchaus verschieden. Auch einzelne Knoten und Stränge, welche mitunter in dem homogen gewordenen Kerne noch undeutlich sichtbar sind, sondern sich nachträglich zu Gruppen und Reihen distinkter Körnchen, auf welche man bei der Dichte der Stellung der Körnchen leicht aufmerksam wird, auch wenn man ihre Bildung aus blassen Stromatheilen nicht direkt wahrgenommen hat. Zu Körnchengruppen differenzirte Knoten haben mitunter das Aussehen von körnigen Kernkörperchen, dagegen sind

in den letzteren die einzelnen Körnchen weniger scharf von einander gesondert. — Nur wenn innerhalb eines sonst blassen Stromas einzelne Stromatheile bereits einen etwas stärkeren Glanz erlangt haben, bleiben dieselben bei und nach Einwirkung der Säure unverändert oder treten nur schärfer vor, und dasselbe gilt von Kernen, in denen die Stromatheile sämmtlich schon in der Umbildung zu glänzenden und scharf gezeichneten begriffen sind. Dagegen treten auch dann in den vorher von homogener Substanz erfüllten Stromalücken Körnchen in wechselnder Menge auf.

Die aus Verschmelzung der Körner entstandene, Anfangs ganz homogene Plasmaschicht erhält nach Bildung des Essigsäurekerns in den selteneren Fällen ein fein und gleichmässig granulirtes Aussehen, in der Regel sondern sich aus ihrer Substanz Körnchen und theils kurze, theils längere Fäden, die nach Stärke und Glanz ähnliche Verschiedenheiten wie die des Kerns zeigen, meist aber sparsamer eingestreut und nur in der Umgebung des letzteren dichter gestellt sind. Es wird dann häufig ganz unmöglich, den Kern von den ihn umschliessenden Körnchen des Körnerplasmas als besonderes Gebilde zu sondern und anzugeben, wo er aufhört und wo die Körnchen des Körnerplasmas anfangen. Die Fäden des letzteren verlaufen mitunter ohne bestimmte Anordnung nach verschiedenen Richtungen, sehr häufig aber durchziehen sie, vom Umfang des Kernes ausgehend, in radiärer Richtung das Körnerplasma oder hängen mit anderen ähnlichen zusammen, welche im Allgemeinen concentrisch zur Peripherie der Zelle den Kern umkreisen und bilden durch ihre Verbindungen mit denselben ein das ganze Körnerplasma durchsetzendes zierliches Fadengitter, dessen relativ weite Maschen bald leer sind, bald einzelne nicht veränderte Körner und in grösserer Häufigkeit ein feinkörniges und kurzfädiges Material einschliessen, dessen Menge mitunter eine so beträchtliche wird, dass das Körnerplasma ein nahezu ebenso dunkles Aussehen erhält, wie der Kern. Wie im Innern des Körnerplasmas treten Fäden auch an seiner Peripherie hervor, so dass es eine fädige Einfassung erhält. In vereinzelten Zellen hatten sich die Körner gar nicht verändert, obschon aus der dichtkörnigen Trübung der Kernanlage, der Bildung einer Zellhülle und aus dem Eintritt eines Eiweissniederschlags in der unmittelbaren Umgebung der Zelle unzweifelhaft hervorging, dass die Säure auf dieselbe eingewirkt hatte.

Das den ursprünglichen Körnerhaufen umschliessende Hyaloplasma erhält unter der Einwirkung der Säure eine Hülle, wäh-

rend in seinem Innern ebenfalls eine körnig-fädige Differenzirung eintritt. Körnchen und Fäden sind aber hier sparsamer als im Körnerplasma eingelagert und die Fäden in den Zellfortsätzen vorwiegend radiär, nach dem Zellinnern zu gerichtet, so dass die Fortsätze wie aufgefasert aussehen.

Ganz analog den geschilderten sind die Veränderungen der Körnchenzellen.

Die freien wie die in körner- und körnchenfreien Rundzellen eingeschlossenen Kerne verändern ihre Beschaffenheit nur insoweit, als in den derberen Knotenpunkten des Stromas wie in einzelnen knotigen Verdickungen der Hülle mitunter kleine Hohlräume entstehen, die geformte Theile nicht oder nur ein Paar Körnchen enthalten; es scheint, dass die Substanz der Stromatheile, so weit dies der Fall ist, noch eine ähnliche Beschaffenheit besitzt, wie die blasser Stromatheile, wofür auch das Auftreten distinkter Körnchen in der gebildeten Höhlung spricht. In Kernen, deren Stroma und Hülle einen matten Glanz und keine scharfen Contouren besitzen, treten die letzteren nach Einwirkung der Säure, häufig wenigstens, schärfer hervor.

Die Zellen *b*, *c* und *d* Fig. 20 sind durch Essigsäure in der geschilderten Weise veränderte Körnerzellen. Die dicht gestellten Körnchen und Fäden des Kerns gehen ohne alle scharfe Grenze in die des Körnerplasmas über, das von einem weitmaschigen Fadengitter durchzogen und durch einen fädigen Contour begrenzt wird. Das Hyaloplasma hat eine Hülle erhalten, während in seinem Innern sich spärliche Körnchen ausgeschieden haben.

In der Zelle *a* waren schon vor der Säurewirkung einzelne derbere Stromatheile in der Kernanlage aufgetreten, die nach Einwirkung der Säure schärfere Contouren erhalten, während zwischen ihnen auch hier das Kerninnere dichtkörnig geworden ist. Im Körnerplasma hatte sich ein Fadengitter nicht entwickelt, statt dessen treten verästelte Fäden und neben denselben noch ein Paar unveränderte Körner vor.

e^1 Körnchenzelle vor, e^2 dieselbe nach Einwirkung der Säure. Aus der Kernanlage in e^1 hat sich unter Einwirkung der Säure rasch ein Kern entwickelt, der hier eine grössere Zahl derber, zackiger Knoten enthält und dadurch ein ähnliches Aussehen erlangt, wie Kerne, die sich spontan entwickelt haben.

Wenn man einen Blutstropfen vor der Untersuchung mit der Säure mischt, so wird man zwar auch, wenn man das Präparat durchmustert, auf einzelne Zellen und auf Zellgruppen stossen,

deren Kernanlagen im Kerne umgewandelt sind, die ein von dem gewöhnlichen durchaus verschiedenes Aussehen darbieten, daneben aber auch auf Zellen, deren Kerne präformirt waren oder von präformirten sich wenigstens nicht auffallend unterscheiden. Es ist deshalb immer nöthig, sich nicht mit einem paarmaligen Hin- und Herschieben des Objektträgers zu begnügen, sondern das Präparat ganz zu durchsuchen.

Aehnliche Veränderungen wie Essigsäure ruft Zusatz von $\frac{1}{2}$ prozentiger Osmiumsäure zum Blut in den Zellen hervor.

Die Kerne sind in vielen Körner- und Körnchenzellen ganz von dicht gestellten Körnchen erfüllt, besitzen keine Membran und sind von den körnigen- oder körnig-fädigen Massen, zu welchen die Körner meist zerfallen sind, gar nicht mehr zu sondern; in den Kernen anderer Zellen finden sich neben den Körnchen noch einzelne derbere, glänzende Stromatheile beim Fehlen oder Vorhandensein einer Membran und mitunter ist die Kernanlage in einen soliden, glänzenden Körper umgewandelt der namentlich dann sehr auffallend vortritt, wenn aus den Körnern sich ein Fadengitter entwickelt hat, dessen Maschen nur spärliche Körnchen einschliessen. Aus den Körnern der Körnerschicht haben sich derbere und feinere Körnchen und Fäden oder ein Fadengitter entwickelt und diese Theile sind von dem Hyaloplasma häufig durch eine unvollständige, derbe, neugebildete Hülle gesondert. Auch das Hyaloplasma erhält in vielen Zellen eine Hülle und eine wechselnd dichte Granulirung. In den Körnchenzellen sind die Körnchen theils zu kleinen Körnern, theils zu Fäden verschmolzen, während Kernanlagen und Hyaloplasma ganz dieselbe Beschaffenheit darbieten wie die Körnerzellen. Körner- und Körnchenzellen sind häufig so trübe und gebräunt, dass sich die Beschaffenheit des Zellinnern nur sehr undeutlich erkennen und der Kern gar nicht unterscheiden lässt.

Die durch Essig- und Osmiumsäure bewirkten Veränderungen der Zellen haben die grösste Aehnlichkeit mit denen, welche Alkoholzusatz hervorruft. Mit ihrem Auftreten erlöschen die Bewegungen der Zellen und es kommt in allen Theilen derselben zur Bildung neuer Formelemente. Im Hyaloplasma, dem aus Verschmelzen der Körner hervorgegangenen Körnerplasma, in den Kernanlagen, blassen Kernen und auch in den Stromalücken glänzender Kerne entstehen Körnchen, kurze und zum Theil auch längere Fäden und in den Kernanlagen mitunter auch Stromatheile und eine Hülle von ähnlicher Beschaffenheit wie in den präformir-

ten Kernen, so dass die neugebildeten Kerne den letzteren gleichen oder sich wenigstens nicht auffallend von ihnen unterscheiden. Am dichtesten stehen die neugebildeten Körnchen und Fäden in der Regel in den aus Kernanlagen und blassen Kernen unter Einwirkung der genannten Reagentien hervorgegangenen Kernen, meist weniger gleichmässig dicht im Körnerplasma, während im Hyaloplasma nur eine zarte Granulirung und auch nicht in allen Zellen auftritt. Häufig bildet sich um das Hyaloplasma und Körnerplasma eine wechselnd derbe, nicht immer vollständige Hülle, aber auch beim Fehlen einer solchen ist das letztere vom Hyaloplasma immer deutlich abzugrenzen, da eine Vermischung beider Substanzen nicht eintritt. Besonders hervorgehoben zu werden verdient der Umstand, dass nur das Stroma von Kernen, welches bereits einen matten Glanz besitzt unter dem Einfluss der (officinellen, nicht verdünnten) Essigsäure mitunter schärfer vortritt und ausserdem nicht weiter verändert wird, dass dagegen in Kernen mit noch blassem, undeutlich vortretenden derberen Stroma dasselbe zwar zunächst schärfer kontourirt wird, aber rasch wieder schwindet, während nachträglich dicht gestellte Körnchen oder diese wie feine und meist kurze Fäden sich aus der homogen gewordenen Kernsubstanz, oder aus der Substanz einzelner, noch verschwommen sichtbarer Stromatheile differenziren. Ebenso werden durch die Säure einzelne derbere knotige Bildungen des glänzenden Stromas und der Hülle aufgehellt, erhalten eine Höhlung, in welcher mitunter ein Paar Körnchen suspendirt sind; es scheint danach, dass bei Umwandlung des blassen in ein glänzendes Stroma die Theile des letzteren nicht vollständig die chemische Umwandlung erfahren haben, welche sie gegen die Einwirkung der Säure widerstandsfähig macht. Schon der Umstand, dass Körner wie Körnchen nach ihrer Verflüssigung eine Vergrösserung der Kernanlage bewirken und somit indirekt an Bildung von Stroma und Hülle der glänzenden Kerne sich betheiligen oder auch direkt miteinander zur Bildung der Hülle verschmelzen können, weist darauf hin, dass sie eine Substanz enthalten, welche mit der der Kernanlage identisch ist oder ihr wenigstens sehr nahe steht und die gleichen Veränderungen bei Bildung der Hülle und des Stroma glänzender Kerne erfährt. Dem entsprechend werden auch durch Essigsäure, Osmiumsäure und Alkohol Körner und Körnchen in ähnlicher Weise wie die Kernanlagen und blassen Kerne verändert, während das ihnen seinem Brechungsvermögen nach viel näher stehende glänzende Kernstroma durch diese Reagentien nicht wesentlich verändert wird.

Ueber das Verhalten der Kerne zu Essigsäure sind zuerst von Auerbach genaue Angaben gemacht worden [1]). In Lösungen von 0,08—1 Proc. lässt nach ihm die Essigsäure die vorhandenen Differenzirungen stärker vortreten, indem die Wandung, Nucleoli und Körnchen dunkler und stärker brechend werden, ohne dass aber der Kern als Ganzes eine Form- und Volumensveränderung erfährt. Nur am Nucleolus ist eine mässige Volumensverminderung und häufig auch eine Formveränderung zu konstatiren, insofern sehr verlängerte, spitz ausgezogene Nucleoli gewöhnlich sich zu einer rundlich-polygonalen, wenn nicht kugelförmigen Gestalt zusammenziehen. Ein Granulirtwerden der Kerne durch Präcipitation von Albuminaten nahm Auerbach nicht wahr, die hervortretenden dunklen Körnchen sind in der Hauptsache nichts Anderes als die auch schon am lebendigen Kern vorhandenen, wenn auch sehr blassen Kügelchen, welche unter dem Einfluss der Essigsäure etwas schrumpfen und öfter auch theilweise zusammenbacken. Doch will Auerbach die Möglichkeit nicht bestreiten, dass sich unter die ursprünglichen Körnchen auch neu präcipitirte mischen. Bei höheren Koncentrationen der Säure werden die Körnchen wieder etwas blasser, während der Nucleolus sein homogenes, dunkles Aussehen verliert, eine lichte Mitte und einen dunklen Rand bekommt, ohne dass sich aber eine scharf begrenzte innere Höhlung nachweisen liesse. Der dunkle Kontour ist oft nicht kreisförmig geschlossen, sondern wie zerrissen, so dass dem Umfang des hellen, blassen, etwas aufgeschwollenen Nucleolus mehrere dunkle Knötchen aufsitzen, die sich weiterhin abzulösen scheinen. Bei Anwendung verdünnterer Säuremischungen treten Erscheinungen ein, wie nach Verdünnung der Untersuchungsflüssigkeit durch Wasser, es kommt zuerst zur Schrumpfung und Formveränderung der Kerne unter Austreten hyaliner Tropfen und nachträglich zur Quellung der Kernwandung, der Nucleolen und Körnchen und zur Umwandlung der Kerne in völlig homogene Kugeln.

Die Angaben Auerbach's bezüglich der Wirkung stärker koncentrirter Säure lassen sich nur mit den an glänzenden Kernen aber nicht mit den an Kernanlagen und blassen Kernen von mir wahrgenommenen Veränderungen vergleichen und in Betreff der glänzenden Kerne scheinen die von Auerbach und mir an Kernkörperchen gemachten Befunde, wenn sie auch

---

[1]) Organologische Studien, 1. Heft, S. 40.

nicht ganz übereinstimmen, doch im Wesentlichen auf dem gleichen Vorgang zu beruhen. Dagegen wurde von mir die Abscheidung von Körnchen zwischen den vorhandenen Stromatheilen in einer Anzahl Kerne wahrgenommen. Auch in den Leukocyten von Batrachiern treten Hülle und Innenkörper der Kerne auf Einwirkung der Säure nicht nur schärfer und glänzender hervor, sondern es findet gleichzeitig auch eine Neubildung von Formelementen statt, so dass vorhandene Lücken der Hülle sich schliessen, während die Körnchen und Fäden des Protoplasma Veränderungen erfahren die zur Neubildung von Kernen führen können.

In den Kernen von Ovarieneiern der Najaden sah Flemming[1]) bei Einwirkung der Essigsäure mit einem Schlage reichliche Stromagerüste auftreten die bei stärkerer Koncentration der Säure unter einiger Quellung des ganzen Kerns quellen und verblassen, bei schwächerer Koncentration derselben sichtbar bleiben unter mässiger Schrumpfung des Kerns.

Es ruft nach den mitgetheilten Befunden die Essigsäure nicht blos nach ihrem Koncentrationsgrade verschiedene Veränderungen hervor, sondern die Art der letzteren wird ausserdem auch bedingt durch die Beschaffenheit der Kerne.

Flemming bezweifelt[2]), dass sich im Krebsblute kernlose Zellen finden in denen der Kern sich spontan oder unter Einwirkung elektrischer Ströme entwickelt. Nach ihm lässt sich der Vorgang mindestens ebenso gut als ein Hervortreten von Kernen auffassen, die vorher schon angelegt und nur so blass waren, dass man sie nicht sah. Bei Essigsäurezusatz tritt momentan in jeder Zelle ein Kern hervor.

Schon aus den früher von mir gemachten, von Flemming citirten Angaben geht ohne Weiteres hervor, dass die Vermuthung Flemming's vollkommen unbegründet ist und von ihm überhaupt nicht hätte aufgestellt werden können, wenn er die ersteren berücksichtigt, den Vorgängen bei und nach Einwirkung der Essigsäure einige Aufmerksamkeit geschenkt und sich die Mühe genommen hätte die Essigsäurekerne mit den Kernen zu vergleichen, welche sich spontan (ohne nachweisliche Ursache) oder unter Einwirkung inducirter Ströme entwickelt haben.

Ich habe gefunden, dass 1) im Krebsblut sehr vereinzelt Zellen vorkommen, welche in ihrer ganzen Ausdehnung von einem

---

[1]) l. c. S. 103.

[2]) l. c. S. 88.

Reiserwerk von Fäden durchsetzt sind, die während der Beobachtung langsam sich vollziehende Aenderungen ihres Brechungsvermögens wahrnehmen lassen, sich verdicken, von einander abschnüren, ohne dass es aber zur Bildung eines Kerns kommt. Ein solcher ist auch nicht in Form eines blassen homogenen Körpers angelegt, entsteht aber sofort unter Verflüssigung des Fadenwerks nach Einwirkung inducirter Ströme. 2) In der überwiegend grossen Mehrzahl der Körner- und Körnchenzellen ist eine Kernanlage enthalten die als besonderer und vom Hyaloplasma wohl unterschiedener Körper überall da deutlich vortritt, wo sie an körner- und körnchenfreies Hyaloplasma grenzt. Die Kernanlage ist bald homogen, bald zu blassen und feinen Körnchen und Fäden in der Peripherie oder in ihrer ganzen Dicke differenzirt und wandelt sich in einen glänzenden oder zunächst in einen blassen Kern mit in manchen Zellen veränderlichem Stroma und Hülle um. Dass Stroma und Hülle aber in der Kernanlage nicht präexistirt haben, sondern neugebildet sind, lehrt schon die einfache Beobachtung der Verflüssigung einzelner Stromatheile und die Neubildung anderer. In manchen Kernen ändert sich das Stroma so vollständig, dass es in keinem Kernabschnitt mehr die frühere Beschaffenheit darbietet und erst, wenn seine Theile anfangen sich zu verdichten, persistiren sie und werden allmählig glänzend. Es besitzt demnach die Substanz der Kernanlagen die Fähigkeit sich zur Bildung eines derberen, blassen, aber deutlich unterscheidbaren Stromas zu verdichten das seinerseits weitere Veränderungen eingehen kann. Wenn nun aus einer Kernanlage sich nicht zunächst ein blasser, sondern gleich ein glänzender Kern entwickelt, so ist zu vermuthen, dass in analoger Weise sich auch das glänzende Stroma aus der Substanz der Kernanlage, durch Verdichtung derselben nach bestimmten Richtungen, entwickelt.

Da aber die Analogieschlüsse überhaupt und mithin auch die Flemming'schen „vernunftgemässen" nicht immer zuverlässig sind, so wird es nicht überflüssig sein festzustellen, unter welchen Verhältnissen ein präsumptives, präexistirendes aber unsichtbares Stroma deutlich vortreten kann. Das Unsichtbarsein desselben kann selbstverständlich nur dadurch bedingt sein, dass die Substanz, welche die Lücken des Stroma erfüllt das gleiche Brechungsvermögen besitzt, wie das letztere selbst. Es kann mithin das Stroma erst dann wahrgenommen werden, wenn entweder sein Brechungsvermögen zu- oder das der Zwischensubstanz abgenom-

men hat. An eine Abnahme des Brechungsvermögens der Zwischensubstanz die mit ihrer Aufhellung das bereits vorhandene, sich selbst nicht verändernde Stroma frei vortreten liesse, ist schon desshalb nicht zu denken, weil das Brechungsvermögen der derberen, glänzenden Stromatheile ein beträchtlich stärkeres ist als das von unveränderten Kernanlagen, so dass sie innerhalb der letzteren gesehen werden müssten. Da dies nicht der Fall ist, vielmehr gleichzeitig mit Vortreten des glänzenden Stromas das ganze Kerninnere sich aufhellt, bleibt nur die Annahme übrig, dass, wie das blasse, so auch das glänzende Stroma aus einer Differenzirung der Substanz der Kernanlage hervorgeht und dass dies der Fall ist, ergiebt sich auch in unzweideutiger Weise aus dem Folgenden.

1) In einer Reihe von Fällen vergrössert sich die Kernanlage auf Kosten der verflüssigten Substanz der Körner und Körnchen beträchtlich, ohne dass aber bei Bildung des Kerns 2 Membranen auftreten, wie es nach der Voraussetzung von der Präexistenz des Stromas der Fall sein müsste. In anderen Fällen entsteht die Membran durch direkte Verschmelzung von Körnern und Körnchen, also ebenfalls ausserhalb der Kernanlage und auch dann ist von einer zweiten, aus der Peripherie der letzteren selbst entstandenen Membran nichts zu sehen. Die aus verschmolzenen Körnern und Körnchen gebildete Hülle behält noch einige Zeit die eigenthümliche gelbliche Färbung der letzteren und dokumentirt auch dadurch ihre Abstammung von denselben.

2) Nur ein Theil der Zellen enthält homogene Kernanlagen, in anderen Zellen sind die letzteren bald nur in der Peripherie, bald in ihrer ganzen Dicke von feinen und blassen Körnchen und von meist kurzen, zum Theil mit den letzteren zusammenhängenden Fäden durchsetzt, deren Vorhandensein allein schon bei der Dichte ihrer Stellung das gleichzeitige Vorhandensein eines anderen, derberen, unsichtbaren Stromas ausschliesst. Unmittelbar vor und bei Bildung des derberen Stromas schwinden die Körnchen und Fäden.

3) Flemming giebt an, dass er nach Essigsäurezusatz den Kern in keiner Zelle vermisst hat. Die Thatsache ist richtig und von mir überhaupt nicht in Zweifel gezogen worden, aber der Schluss, den Flemming daraus gezogen hat, ist falsch. Wenn Flemming genauer auf die Beschaffenheit der Kerne geachtet hätte, würde ihm nicht entgangen sein, dass sich unter ihnen in wechselnder Zahl solche finden, deren Inneres ganz von gleichmässig dicht gestellten Körnchen ausgefüllt wird und die

weder eine Hülle noch ein derberes Stroma besitzen. Solche Kerne finden sich unter den in den Krebsblutkörpern präformirten Kernen überhaupt nicht und dieser Befund allein hätte hingereicht, um Flemming zu zeigen, dass es nicht genügt, das Vortreten von Kernen in allen Zellen zu konstatiren, sondern dass es sich darum handelt den Vorgang bei Einwirkung der Säure zu verfolgen und festzustellen ob und in wie weit die vorgetretenen Kerne präformirten gleichen.

4) Auf Zusatz von Safranin, Magdalaroth und Methylviolett zum Blut werden nach einiger Zeit die Kernanlagen schwach und gleichmässig gefärbt, es wird aber in denselben kein derberes Stroma sichtbar gemacht, welches zwar vorhanden aber ohne die Färbung nicht zu unterscheiden gewesen wäre. Wie die Lebensthätigkeit der Zellen überhaupt durch die genannten Farbstoffe herabgesetzt wird, so tritt auch geraume Zeit später als es sonst der Fall ist die Differenzierung in der gefärbten Kernanlage und die Bildung eines derben und gefärbten Stromas ein.

6) Wirkung von Liq. Kali caustic.

Auf Zusatz eines kleinen Tropfens Liq. Kali c. zum Blutpräparat quellen Körner- und Körnchenzellen rasch auf, werden homogen und da mitunter ihre Kontouren vollständig schwinden, scheint es als hätten sie sich ganz aufgelöst. Indessen handelt es sich nur um einen höheren Quellungsgrad, wodurch das Brechungsvermögen der Zellen so herabgesetzt wird, dass sie von der umgebenden Flüssigkeit nicht mehr geschieden werden können. Es geht dies aus dem Verhalten einzelner, unverändert gebliebener Körnchen hervor, die bei Strömungen in der umgebenden Flüssigkeit ihre gegenseitige Lage nicht verändern, wie es der Fall sein müsste, wenn eine völlige Auflösung stattgefunden hätte. Andere Male bleiben die Zellkontouren, wenn auch sehr blass und zart, doch noch sichtbar, es kann sogar nachträglich längs eines Theils des Umfangs der Zelle zu einer Wiederverdichtung ihrer Peripherie, zur Bildung eines deutlich vortretenden, im Durchschnitt faserartigen Saums und in ihrem Innern stellenweise zur Abscheidung und Anhäufung blasser, dicht gestellter Körnchen kommen.

Freie, nicht in Zellen eingeschlossene Kerne quellen, verblassen und werden unter allmähligem Schwinden ihrer Strukturen vollkommen homogen, ihre Kontouren bleiben aber sichtbar. Ebenso werden sie auf Zusatz von Ammoniak homogen, erhalten aber

auf nachträglichen Zusatz von Essigsäure wieder ein glänzendes, scharf gezeichnetes Stroma mit Hülle.

7) Wirkung von kohlensaurem Natron.

Auffallende Aenderungen in dem Ablauf der Umbildungen der Zellen treten nach Zusatz einer 2 procentigen Lösung nicht ein; nur bleiben lebhaftere Bewegungen derselben und eine erhebliche Volumenszunahme aus. Stroma und Hülle freier Kerne verblassen innerhalb zweier Stunden etwas, verschwinden aber nicht.

Nach Zusatz von koncentrirter Sodalösung verbacken in den Körnerzellen die Körner zu einer kompakten Masse, welche die Kontouren der einzelnen Körner nur noch undeutlich erkennen lässt, dann weichen die letzteren auseinander und verflüssigen sich, zum Theil unter Bildung von Vakuolen, während gleichzeitig die Kernanlage quillt und mit der aus der Verflüssigung der Körner hervorgegangenen Substanz verschmilzt, so dass sie von derselben nicht mehr gesondert werden kann. Während ihres Auseinanderweichens und bei der Vakuolenbildung tritt eine Vergrösserung der Körner nur ausnahmsweise ein. Das ganze Innere der Zelle wird jetzt von einem homogenen oder sehr blassgranulirten Körper eingenommen der nur vereinzelte glänzende Körnchen einschliesst und an Umfang die frühere Kernanlage mit der Körnerschicht mehr oder weniger beträchtlich übertrifft. Unmittelbar auf Zusatz der Lösung erhält das Hyaloplasma schärfere Kontouren und schrumpft etwas, dann verblassen die Kontouren wieder, das erstere wird mitunter sehr blass und fein granulirt, stachliche Fortsätze verschmelzen zu kolbigen Gebilden, neue, umfangreiche Fortsätze treten vor und die Bildung und Rückbildung derselben erfolgt mitunter nach Zusatz der Lösung sogar lebhafter als vorher, bis die Bewegungen schon während oder nach Verflüssigung der Körner ganz erlöschen. In ganz entsprechender Weise verändern sich die Körnchenzellen, nur lässt sich selbstverständlich bei der Kleinheit der Körnchen nicht ermitteln ob es bei ihrer Verflüssigung ebenfalls zur Bildung von Vakuolen kommt. — Die freien wie die in Zellen eingeschlossenen Kerne quellen und werden homogen. Starke elektrische Ströme rufen in den Zellen nach Verschmelzung der Kernanlage mit der Substanz der verflüssigten Körner keine Veränderungen hervor.

Auf wiederholtes Dräiniren des mit der Sodalösung ver-

mischten Bluts durch destillirtes Wasser entstehen in der Flüssigkeit körnige Niederschläge und die in denselben eingeschlossenen Zellen haben zum Theil eine veränderte Beschaffenheit erlangt. Das homogene oder fein granulirte Hyaloplasma hat in einer Anzahl Zellen eine deutliche Hülle erhalten und schliesst jetzt statt des homogenen oder blass granulirten, aus Verschmelzung der Kernanlage mit der Substanz der verflüssigten Körner hervorgegangenen Gebildes einen etwas kleineren Kern von wechselnder Beschaffenheit und von meist runder oder ovaler Form ein. Ein Theil dieser Kerne besitzt eine glatte, etwas glänzende, nicht sehr derbe und mitunter unvollständige Membran die in der Regel keine oder nur spärliche Verbindungen mit den Fäden des Kerninnern eingeht. Die blasskörnige Substanz des letzteren enthält mitunter nur blasse, feine, z. Theil verzweigte Fäden in wechselnder Zahl oder vereinzelte derbere Stränge und Knoten, in anderen Kernen dagegen finden sich zu einem zierlichen Gerüst verbundene und verhältnissmässig weite Maschen einschliessende Fäden. Dabei nehmen sehr häufig die einzelnen Fäden wie die Gerüste nicht das ganze Kerninnere ein, sondern finden sich vorwiegend oder ausschliesslich in den centralen, der ursprünglichen Kernanlage entsprechenden Abschnitten, so dass dann innerhalb eines durch eine Membran abgegrenzten, an Grösse die ursprüngliche Kernanlage noch bis um das Doppelte — 4fache übertreffenden Kerns ein kleinerer zu liegen scheint, der von dem ersteren durch eine Substanzschicht getrennt wird die keine oder nur spärliche geformte Theile enthält. Wenn statt isolirter Fäden ein Fadengerüst vorhanden ist, wird dasselbe nicht durch eine besondere Membran begrenzt, sondern die Gerüstfäden laufen nach Aussen frei aus.

In gequollenen und homogen gewordenen freien Kernen kommt es zwar zu einer Differenzirung ihrer Substanz und häufig zur Bildung einer ziemlich derben Hülle, aber ihr Inneres zeigt meist kein Stroma von gewöhnlicher Beschaffenheit, sondern wird ziemlich dicht und gleichmässig körnig.

In Folge des Zusatzes von koncentrirter Sodalösung zum Blut verschmilzt demnach nicht nur die gequollene Kernanlage mit der aus den Körnern hervorgegangenen Plasmaschicht, sondern ihre Substanz verliert auch die Fähigkeit sich zur Bildung eines Stromas und einer Hülle zu verdichten. Wird aber das mit der Sodalösung vermischte Blut stark mit Wasser verdünnt, so bildet sich zwar ein Kern, aber nicht allein aus der Kernanlage,

sondern der ganze, aus dieser und dem Körnerplasma gebildete Körper wandelt sich in einem Theil der Zellen wenigstens in einen Kern um. Derselbe zeigt aber, abgesehen von seiner viel beträchtlicheren Grösse, häufig insofern eine andere Beschaffenheit als präformirte Kerne, als eine Membran nicht immer vorhanden ist und die Fäden oder das Fadengerüst des Innern sich vorwiegend oder ausschliesslich in den inneren Abschnitten finden, welche der ursprünglichen Kernanlage entsprechen. Es hat dann die Substanz des Körnerplasmas, obschon sie sich von der Kernanlage nicht mehr sondern lässt, nicht oder nur in beschränkter Ausdehnung die Veränderungen erfahren, welche sie befähigen, nach Verdünnung der Sodalösung sich zur Bildung von Stromatheilen zu verdichten oder diese Veränderungen sind nur in der Peripherie eingetreten und haben zur Bildung einer Membran geführt.

Während in den Krebsblutkörpern die Bildung eines Kerns aus der Kernanlage durch Zusatz einer 2procentigen Sodalösung zum Blut nicht verhindert wird, das Stroma freier Kerne im Verlaufe zweier Stunden zwar verblasst aber nicht verschwindet, beobachtete Zacharias[1]), dass die Kerne der Epidermiszellen von Tradescantia, nachdem dieselben der Einwirkung von künstlichem Magensaft ausgesetzt worden sind, in selbst stark verdünnter Sodalösung momentan aufquellen und verschwinden. Sofortiger Zusatz von Salzsäure stellt die früheren Formverhältnisse wieder her; dies ist jedoch nicht mehr der Fall, wenn die Sodalösung mehrere Stunden hindurch eingewirkt hat, die Kerne sind dann vollständig in Lösung übergegangen.

8) Wirkung von Chlornatrium.

Setzt man dem Blutpräparat einen Tropfen einer 5procentigen Kochsalzlösung zu, so schrumpfen die Körner- und Körnchenzellen ziemlich beträchtlich, das Hyaloplasma erhält ein glänzendes, hie und da etwas granulirtes Aussehen, sehr scharfe Kontouren und die spitzen Ausläufer ein stachliches, starres Aussehen. Gleichzeitig verschmelzen oder verbacken die Körner und Körnchen untereinander zu einer homogenen, gelblichen, glänzenden Scholle oder zu mehreren scholligen Gebilden deren Oberfläche durch

---

[1]) Botanische Zeitung Nr. 11, 1881.

höckerige oder leistenförmige Erhabenheiten ein unregelmässiges Aussehen erhält und in welchen einzelne Körner und Körnchen gar nicht mehr oder nur stellenweise noch unterschieden werden können. Auch die Kernanlage erhält einen stärkeren Glanz und wenn sie eine körnig-fädige Beschaffenheit besass, ein mehr homogenes Aussehen. Nicht in allen Zellen wird nach Zutritt der Salzlösung die Körner- und Körnchenschicht in dieser Weise verändert und selbst nach Verlauf einer halben Stunde findet sich häufig eine wechselnde Anzahl von Zellen in denen Körner und Körnchen das gewöhnliche Aussehen darbieten. Früher oder später nach Verwandlung der Zelle in einen glänzenden unregelmässig gestalteten Körper werden die Schollen vakuolisirt oder sondern sich wieder zu Körnern und Körnchen die nach Form und Grösse von den ursprünglich vorhandenen häufig abweichen und in ähnlicher Weise, wie in nicht durch Zusatz der Salzlösung veränderten Zellen unter Vakuolenbildung oder unter Zerfall zu Körnchen oder unter zunehmender Verkleinerung sich verflüssigen und schwinden. Auch die Anfangs zurückbleibenden Körnchen verflüssigen sich nachträglich zu einem grösseren oder geringeren Theil. Die Kernanlage erfährt zunächst und ganz unabhängig von den Veränderungen der Körner und Körnchen eine mässige Quellung, wie sich dies in sehr auffallender Weise an einer Kernanlage zeigte, welche bei der anfänglichen Schrumpfung der Zelle aus derselben ausgedrückt wurde, sich unter mässiger Quellung abrundete, aber dann sich nicht weiter veränderte. Nach der anfänglichen, durch die Einwirkung der Salzlösung bewirkten Quellung erfährt dagegen die Kernanlage eine weitere und viel beträchtlichere Grössenzunahme durch Aufnahme des grössten Theils des aus der Verflüssigung der Körner und Körnchen hervorgegangenen Materials und gleichzeitig verliert das Hyaloplasma sein glänzendes Aussehen wieder, zieht die Fortsätze ein und treibt blasse hyaline Buckel vor.

Vor oder während ihrer Vakuolisirung sondern sich die Schollen wieder zu den Körnern aus denen sie gebildet wurden oder zu anderen die oft eine beträchtlichere Grösse als die ursprünglich vorhandenen und unregelmässige, z. Theil stäbchenartige Formen besitzen. Die Vakuolisirung erfolgt häufig allmählig, indem nur in wenigen Körnern sich gleichzeitig Vakuolen bilden die mitunter ½ Stunde unverändert fortbestehen, während es eine Stunde und länger dauert bis der ganze Prozess abgelaufen und an Stelle der ganz oder zum grössten Theil ge-

schwundenen Körner eine mehr oder minder mächtige Körnchenschicht getreten ist auf deren Kosten die Kernanlage sich dann noch mehr vergrössert. Bei langsamer Vakuolisirung verschmelzen und vergrössern sich die Körner selten und die Vakuolen schliessen sich unter Hinterlassen einiger Körnchen oder schwinden, indem die Vakuolenhülle allmählig verblasst und sich verflüssigt. Wenn dagegen die Vakuolisirung rasch vor sich geht, sondert sich die Masse der Schollen in ihrer ganzen Ausdehnung zu Gebilden, welche zum grossen Theil die Körner an Grösse übertreffen, durch nachträgliches Verschmelzen sich noch weiter vergrössern und an Umfang Gruppen von 8—10 Körnern entsprechen. Diese Körper erlangen zunächst häufig ein körniges Aussehen, wie es auch nicht vergrösserte Körner mitunter vor der Vakuolisirung darbieten, worauf eine grosse Anzahl kleiner Vakuolen entsteht, die rasch miteinander zur Bildung einer einzigen oder von ein Paar grossen Vakuolen verschmelzen. Ganz ebenso wie an nicht vergrösserten vakuolen haltigen Körnern zieht sich die Vakuolenhülle plötzlich ruckweise zusammen, es entsteht wieder ein solider aber kleinerer Körper der von Neuem vakuolisirt wird und sich abermals zusammenzieht bis dann nach Schwund der Mehrzahl der Körper in den übrig bleibenden die Vakuolisirung und der Schwund langsamer ablaufen. Nachträglich verflüssigt sich noch der grösste Theil der von den vakuolisirten Körpern zurückgebliebenen Körnchen.

Die Veränderungen der Körner nach Zusatz der Salzlösung zum Blut sind demnach insofern verschieden von denen in unverändertem Blut, als einmal sich aus der Masse der verschmolzenen Körner häufig Gebilde differenziren, welche die letzteren an Grösse beträchtlich übertreffen und ausserdem die Vakuolisirung und der Schwund derselben sich häufig sehr rasch, in wenigen Sekunden vollziehen. Der Vorgang bei der Vakuolisirung selbst ist ganz derselbe wie in Zellen aus nicht mit Salzlösung vermischten Blute. Die frei im Blute suspendirten Körner vakuolisiren sich auch dann nicht, wenn nachträglich dem Blute Wasser zugesetzt wird. Wie in Zellen von nicht mit Salzlösung vermischtem Blute kommt es auch hier an einzelnen Körnern oder an kleinen Gruppen derselben zur Verflüssigung der Kornsubstanz in Form kleiner, disseminirter Heerde, so dass die nicht verflüssigten Theile als Körnchen und kurze, feine Fäden zurückbleiben, die Anfangs noch eine gelbliche Färbung besitzen, später dagegen dieselbe

und ihren Glanz verlieren. Seltener wurde eine von Aussen nach Innen fortschreitende Verflüssigung der Kornsubstanz an einzelnen oder an zahlreichen Körnern derselben Zelle beobachtet, so dass das Korn ohne vakuolisirt oder körnig zu werden sich zunehmend verkleinerte.

Während der Verflüssigung der Körner erfährt die gequollene Kernanlage eine weitere und meist sehr beträchtliche Volumenszunahme die entsprechend der rasch oder langsam vor sich gehenden Verflüssigung der Körner sich bald rasch bald langsam entwickelt und dadurch bewirkt wird, dass die verflüssigte Substanz der Körner und der grösseren Körper mit der Kernanlage verschmilzt und dass nachträglich auch die bei Verflüssigung der ersteren zurückgebliebenen Körnchen sämmtlich oder zum grössten Theil verblassen und ebenfalls mit der Kernanlage verschmelzen. Die letztere vergrössert sich in ganz entsprechender Weise wie nach Zusatz von kohlensaurem Natron zum Blut durch Apposition neuer Schichten und mitunter so rasch, dass ihr Durchmesser bereits nach Verlauf einer halben Minute den anfänglichen bis um das Dreifache übertrifft und sie fast den ganzen Raum einnimmt der früher von der Kernanlage und von der Körnerschicht eingenommen war und theils unmittelbar an das Hyaloplasma grenzt, theils nur durch schmale Streifen oder einzelne rundliche Anhäufungen von Körnchen von demselben getrennt wird. Mit ihrer Vergrösserung nimmt die Kernanlage immer eine regelmässige runde oder ovale Gestalt an und ihr Inneres ist homogen bis auf die centralen Abschnitte, welche ziemlich häufig von einer bald kleineren bald grösseren Anhäufung mehr oder weniger dicht zusammengedrängter blasser Körnchen und Fäden eingenommen werden die bald einen unregelmässig gestalteten in einzelne zackige Fortsätze ausstrahlenden Haufen bilden, bald zu einzelnen Zügen angeordnet sind. Die Vergrösserung selbst kommt ganz in der früher geschilderten Weise zu Stande, ist aber in ihrer Entstehung an den Salzzellen leichter zu verfolgen, weil Bewegungen der Zelle nicht oder nur in sehr beschränktem Grade stattfinden und die Körner sich nicht verschieben und auseinanderrücken. Ein gleichmässiges Wachsthum der Kernanlage tritt immer dann ein, wenn gleichzeitig eine grössere Anzahl der dieselbe umschliessenden Körner sich auf die eine oder andere Weise verflüssigt. Abgesehen von einzelnen nachträglich noch schwindenden Körnern wird dann die vergrösserte Kernanlage umschlossen von einem wechselnd breiten Saum von

Körnchen und Fäden die bei der Verflüssigung der Körner zurückgeblieben sind. Die der Oberfläche der Kernanlage unmittelbar anhaftenden Körnchen und Fäden treten bei dichter Aneinanderlagerung nicht selten unter der Form einer zarten, etwas gelblichen glänzenden Hülle hervor, deren Beschaffenheit mit der Einstellung wechselt und die von der Fläche gesehen, ein fein und dicht granulirtes oder körnig-fädiges Aussehen darbietet. Man ist von vornherein geneigt, diese Hülle als eine stabile Bildung anzusehen, indessen zeigt sich bei weiterer Beobachtung, dass dies nicht der Fall ist, dass die Hülle sich nicht nur entfärbt und verblasst, sondern auch ihre Beschaffenheit ändert, indem körnige Abschnitte fädig, fädige körnig werden um schliesslich mit der Kernanlage zu verschmelzen. Auf diese Weise schwindet häufig, indem eine Körnchenlage nach der andern mit der Kernanlage verschmilzt, der grösste Theil der von den Körnern zurückgelassenen Körnchenschicht und es grenzt dann die Kernanlage mit dem grössten Theil ihres Umfangs unmittelbar an das Hyaloplasma, ist aber von demselben durch ihr stärkeres Brechungsvermögen deutlich zu sondern. In ungleichmässiger Weise erfolgt das Wachsthum der Kernanlage, wenn an verschiedenen Stellen einzelne Körner oder kleine Gruppen derselben sich verflüssigen und schwinden. Die entstandenen und Anfangs noch theilweise von zurückgebliebenen Körnchen ausgefüllten Lücken lassen sich von der Substanz der Kernanlage nicht trennen, erscheinen einfach als Fortsätze derselben die zapfenartig zwischen die benachbarten, noch unveränderten Körner ausgreifen. Indem auch die letzteren sich verflüssigen und mit der Kernanlage verschmelzen, wird die Begrenzung der letzteren wieder eine gleichmässigere bis sich von Neuem unter Verflüssigung restirender Körner Fortsätze der Kernanlage entwickeln und auf diese Weise allmählig der grösste Theil der Körner schwindet und nachträglich auch die von den letzteren zurückgelassene Körnchenschicht. Der auf diese Weise entstandene umfangreiche, aus der ursprünglichen Kernanlage und aus dem Körner- und Körnchenplasma entstandene Körper ist ganz homogen und in selteneren Fällen ist die erstere durch eine zarte Membran vom umschliessenden Körner- oder Körnchenplasma abgegrenzt oder zeigt nach Verlauf von 2 Stunden ein bald nur verschwommen bald deutlicher vortretendes zierliches, meist ziemlich spärliches Stroma in Form einzelner feiner Bälkchen oder weitmaschiger Netze.

Das durch Zusatz der Salzlösung zum Blut starr und

glänzend gewordene Hyaloplasma verändert seine Beschaffenheit bald schon während der Vakuolisirung der Körner und der Vergrösserung der Kernanlage, bald erst nachdem die Veränderungen im Innern der Zellen abgelaufen sind. Unter Schwinden des glänzenden Aussehens werden die Fortsätze eingezogen, die Kontouren runden sich ab und es werden dann an einer oder an mehreren Stellen blasse, hyaline Buckel vorgetrieben die sich langsam vergrössern, mitunter zu umfangreicheren, lappigen Gebilden verschmelzen und, nachdem sie eine bestimmte Grösse erreicht haben, sich nicht weiter verändern, sich nicht wieder zusammenziehen und weder ein granulirtes Aussehen noch eine Hülle erhalten, wie es bei den im unvermischten Blut enthaltenen Zellen sehr häufig der Fall ist. Von den letzteren unterscheiden sich ausserdem die Salzzellen einmal durch die Trägheit der Bewegungen des Hyaloplasma die nur zur langsamen Bildung von Buckeln führen und dadurch, dass Hyaloplasma und Körnerplasma sich nicht miteinander vermischen. Das Körnerplasma verschmilzt zum bei Weitem grössten Theil mit der Kernanlage die mitunter zu einem enormen Umfang anwächst und soweit dies nicht der Fall ist behalten die von den Körnern zurückgebliebenen Körnchen unverändert ihre Lage zwischen Kernanlage und Hyaloplasma bei.

In ganz analoger Weise gehen die Veränderungen in den Körnchenzellen vor sich. Die glänzenden Schollen, zu welchen die Körnchen verschmelzen, sondern sich später wieder zu einzelnen Körnchen oder zu derberen, den Körnern ähnlichen Gebilden, auf deren Kosten auch hier die Kernanlage sich in mehr oder weniger auffallender Weise vergrössert, während das Hyaloplasma verblasst und Buckel vortreibt.

In den kernhaltigen Rundzellen verblassen mit Einwirkung der Salzlösung Kernstroma und Hülle, die letzteren bekommen erst ein mattgranulirtes Aussehen und verschwinden dann, der Kern quillt auf, wird homogen und schliesst nur in seinen centralen Partieen, wie die gequollenen Kernanlagen in Körner- und Körnchenzellen, einen unregelmässig gestalteten Haufen einer feinkörnig-fädigen, blassen Substanz ein. Da die Vergrösserung des Kernes hier nur durch seine Quellung bedingt wird, bleibt sie viel weniger beträchtlich, als in den Körner- und Körnchenzellen, in denen es sich nicht blos um Quellung, sondern um Verschmelzung der gequollenen Kernanlagen mit Körner- und Körnchenplasma handelt.

Weder in den Zellen, die ursprünglich einen Kern besassen, noch in der grossen Mehrzahl der Zellen, deren Körner- und Körnchenplasma mit der gequollenen Kernanlage verschmolzen ist, kommt es nachträglich zur Bildung eines Kernstromas. Auch nach Verlauf mehrerer Stunden sind die Zellen noch ganz unverändert. Das Körner- und Körnchenplasma verschmilzt zwar so mit der Kernanlage, dass sich eine Grenze zwischen beiden nicht mehr ziehen lässt, da sie das gleiche Aussehen und das gleiche Brechungsvermögen besitzen, indessen folgt daraus natürlich nicht, dass die Substanz der Körner und Körnchen bei Verflüssigung derselben auch die gleiche chemische Constitution wie die Kernanlage erlangt hat. Da aber im unvermischten Blute aus der Substanz der Körner und Körnchen sich die Kernhülle bilden kann oder ausser dieser auch noch Stromatheile, und da beide mit gleich beschaffenen Stromatheilen zusammenhängen welche sich aus der Substanz der Kernanlage entwickelt haben, so ist nicht zu bezweifeln, dass Körner und Körnchen, wenn sie mit einander zur Bildung der Hülle und peripherer Stromatheile verschmelzen, die gleiche Beschaffenheit besitzen oder erlangen, wie das Stroma und die Hülle von Kernen, welche ausschliesslich aus Differenzirung der Substanz der Kernanlage entstanden sind. Der einzige nachweisliche Unterschied besteht in der gelblichen Färbung, welche die Hülle der Kerne für einige Zeit noch darbietet, wenn sie aus verschmolzenen Körnern und Körnchen hervorgegangen ist; eine solche Färbung wurde nie an der Hülle oder an Stromatheilen von Kernen beobachtet, die sich aus der Substanz der Kernanlage ohne Betheiligung der Körner und Körnchen entwickelt hatten. Einen weiteren Beleg dafür, dass die Substanz der Körner und Körnchen mit der des Kernstromas nahezu identisch ist, liefert das Verhalten des aus Verschmelzung der ersteren mit der Kernanlage hervorgegangenen Körpers nach Zusatz von Wasser wie von Essigsäure zum Blutpräparat.

Wenn man das Präparat durch Wasserzusatz und Abziehen der an den Rändern vortretenden Flüssigkeit mittelst Fliesspapier drainirt, so bleiben trotz der lebhaften Strömung die Zellen zum Theil am Deckgläschen fixirt, bieten aber ein ganz verändertes Aussehen dar. Die vergrösserten Kernanlagen erhalten rasch eine derbe, mehr oder weniger glänzende Hülle und Stroma und die Stromalücken werden von einer sehr fein und dicht granulirten Substanz ausgefüllt. Die blass körnig-fädige, ursprünglich

die centralen Partien der vergrösserten und im Uebrigen homogenen Kernanlage einnehmende Substanz kann innerhalb des neugebildeten Stroma entweder nicht mehr deutlich unterschieden werden, oder an ihrer Stelle und wie es scheint auf ihre Kosten haben sich neue und derbere Stromatheile entwickelt.

Die Beschaffenheit des Gerüsts ist im Ganzen gleichartiger als nach seiner Bildung ohne vorausgegangenen Zusatz der Salzlösung und in der Mehrzahl der Fälle haben seine Fäden und Bälkchen eine ausgesprochen radiäre Anordnung, verfeinern sich in der Richtung von der Hülle nach den centralen Partien und hängen untereinander durch mehr oder weniger zahlreiche Verbindungsfäden zusammen. In der Kernmitte befindet sich mitunter ein glänzendes glattes oder dicht granulirtes Kernkörperchen, andere Male wird das Kerninnere theilweise von einem derben Strang durchsetzt der wie das Kernkörperchen den radiären Gerüstbälkchen zum Insertionspunkt dient. An Stelle eines Gerüsts mit vorwiegend radiärer Anordnung der derberen Bälkchen finden sich in manchen Kernen Netze, welche Maschen von ziemlich gleicher Weite einschliessen oder es sind in die fein granulirte Grundsubstanz nur einzelne derbere Körner und Körnchen eingelagert. Unmittelbar nachdem das Kernstroma sich gebildet, zieht sich häufig der Kern rasch und nicht unbeträchtlich zusammen, andere Male erfolgt die Zusammenziehung langsamer und die Verkleinerung des Kerns nimmt einige Zeit hindurch stetig zu. Einige Male zerfiel das neu entstandene Gerüst bald nach seiner Bildung wieder oder wurde undeutlich.

Diese nach Einwirkung von Wasser auf die gequollenen und dann noch vergrösserten Kernanlagen entstandenen Kerne unterscheiden sich von spontan aus der Kernanlage entstandenen Kernen nur durch ihre beträchtliche und sehr auffallende Grösse und meistens ausserdem durch die radiäre Anordnung der derberen Stromatheile. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den spontan entstandenen und den in Salzzellen künstlich gebildeten Kernen besteht demnach wenigstens in morphologischer Beziehung nicht. Die in Salzzellen neu gebildeten Stromatheile lassen sich weder nach ihrer Form und Beschaffenheit noch nach ihrer Anordnung in solche scheiden, welche sich aus der Kernanlage und in solche welche sich aus dem Körnerplasma entwickelt haben und es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass die peripheren und die centralen Gerüsttheile im Wesentlichen auch die gleiche oder mindestens eine ähnliche chemische Zusammensetzung besitzen die ebenso

den Substanzen zukommt, aus welchen sie sich entwickelt haben, also dem Körner- und Körnchenplasma und der Kernanlage. Neben dem Körper, welcher in den vergrösserten Kernanlagen der Salzzellen nach Einwirkung von Wasser sich zur Bildung der Hülle und der Stromatheile verdichtet, ist aber in manchen der ursprünglichen Kernanlagen noch ein Körper vorhanden, der auf Zusatz von 5 und mehrprozentiger Kochsalzlösung in Form einer unregelmässig begrenzten Anhäufung von blassen Körnchen und Fäden vortritt, die nach Bildung des Stromas nicht mehr deutlich neben den neu entstandenen Stromatheilen unterschieden werden können.

Das Hyaloplasma treibt nach Zusatz von Wasser mitunter Buckel vor, während bereits vorhandene sich mehr ausbreiten. Die Bewegungen sind träge und erlöschen nach einiger Zeit wieder. Ausserdem bildet sich um einzelne Zellen eine derbe Hülle.

Die Möglichkeit, dass überhaupt die Kernanlage sich so beträchtlich vergrössert, ist nur durch den Umstand gegeben, dass die Körner und Körnchen nach ihrer Verschmelzung, Wiederdifferenzirung und Verflüssigung eine Schicht bilden, die wohl mit der gequollenen Kernanlage verschmilzt, aber nicht mit dem Hyaloplasma, während in nicht mit Salzlösung versetztem Blut nur ausnahmsweise das Material der Körner und Körnchen ganz mit der Kernanlage verschmilzt und zur Kernbildung verbraucht wird, meistens dagegen ganz oder zum grösseren Theil sich mit dem Hyaloplasma vermischt. Durch Zusatz der Salzlösung zum Blut wird die Bewegungsfähigkeit des Hyaloplasma erst ganz aufgehoben und dann in hohem Maasse beschränkt und dasselbe unfähig gemacht, das Körner- und Körnchenplasma aufzunehmen, das nun mit der Kernanlage zu einem grossen runden oder ovalen, meist homogenen Körper verschmilzt, der sich nach Wasserzusatz rasch in einen Kern mit derber Hülle und sehr entwickeltem Stroma umwandelt.

In den freien, wie in den nur von Hyaloplasma umschlossenen, nach Zusatz der Salzlösung zum Blut gequollenen und homogen gewordenen Kernen tritt auf nachträglichen Wasserzusatz das Stroma nicht in der früheren Weise wieder vor, sondern zeigt einen anderen Charakter und wie in den aus vergrösserten Kernanlagen hervorgegangenen Kernen häufig eine radiäre Anordnung seiner Theile. Es hat demnach eine Neubildung des Stromas stattgefunden.

Nach Zusatz von $2\frac{1}{2}$proz. Kochsalzlösung zum Blut erfahren die Zellen ganz ähnliche Veränderungen wie nach Zusatz der 5proz. Lösung, nur treten an einzelnen Zellen schon sehr bald wieder und ehe es zum Einschmelzen der Körner- und Körnchenschollen und zur Bildung blasser, hyaliner Buckel kommt, langsame und mit Unterbrechungen sich vollziehende Formveränderungen ein, während gleichzeitig das Hyaloplasma eine blasskörnige oder körnig-fädige Beschaffenheit annimmt und mitunter eine Hülle erhält.

Nach Zusatz konzentrirter Kochsalzlösung treten an den in glänzende, homogene Schollen verwandelten Körner- und Körnchenzellen im Verlaufe von 1—$1\frac{1}{2}$ Stunden entweder gar keine Veränderungen ein oder es sondern sich aus den Schollen nur einzelne Körner wieder, die sich sehr allmählig vakuolisiren und verflüssigen. Das Hyaloplasma bleibt ganz unverändert oder entwickelt sehr langsam blasse Buckel.

In Fig. 11 *a*—*e* sind die an einer Körnerzelle in Fig. 12 *a* bis *d* die an einer Körnchenzelle vortretenden Veränderungen abgebildet, nachdem dem Blutstropfen erst 5proz. Kochsalzlösung zugesetzt und dann das Präparat mit Wasser drainirt worden war.

In Fig. 11 *b* hat sich die Körnerzelle *a* in ein glänzendes homogenes Gebilde umgewandelt; das Hyaloplasma hat scharfe Kontouren bekommen, die Körner sind zu einer stärker als das Hyaloplasma glänzenden Scholle verschmolzen, welche die ebenfalls homogen gewordene und etwas glänzende Kernanlage umschliesst. Bei *c* beginnende Sonderung der Scholle zu einzelnen sich rasch vakuolisirenden Körnern. Bei *d* ist die Kernanlage, nachdem die Körner unter Zurücklassung von Körnchen sich vakuolisirt und verflüssigt haben, theils in Folge ihrer Quellung, theils durch Aufnahme verflüssigter Substanz der Körner sehr beträchtlich vergrössert und bis auf eine strahlige Anhäufung körnig-fädiger Substanz in ihren centralen Abschnitten, homogen; sie wird am Umfang links von einer sichelförmigen Zone von Körnchen eingefasst, die bei dem Schwund der Körner zurückgeblieben sind und im Bereiche dieser Zone hat das Hyaloplasma einen grossen ovalen Buckel vorgetrieben. Nachdem die Körnchenzone in *d* sich verflüssigt hatte und zur Vergrösserung der Kernanlage verbraucht war, wurde dem Präparat Wasser zugesetzt, worauf das Bild von *e* vortrat; aus der vergrösserten Kernanlage war unter Bildung einer deutlichen Hülle und radiär angeordneter, zum Theil verästelter, in eine feinkörnige Grundsubstanz einge-

betteter Gerüstbälkchen ein grosser Kern entstanden, an dessen rechtseitigem Umfang sich ein zweiter buckelförmiger Fortsatz des Hyaloplasma entwickelt hat.

Ganz entsprechende Veränderungen hat die Körnchenzelle *a*, Fig. 12 erfahren. Dieselbe ist in ein glänzendes, scharf contourirtes Gebilde *b* umgewandelt worden und die Körnchen sind bis auf wenige zu einer glänzenden, homogenen Scholle verschmolzen, welche die ebenfalls etwas verdichtete Kernanlage einschliesst. In *c* haben sich aus der Körnchenscholle wieder einzelne Körnchen gesondert und verschmelzen dann mit der gleichzeitig etwas gequollenen, in den centralen Theilen körnigen Kernanlage. Nachdem der grösste Theil der Körnchenschicht von *c* verblasst und mit der Kernanlage verschmolzen war, das Hyaloplasma 2 grosse lappige Fortsätze vorgetrieben hatte, wurde dem Präparat Wasser zugesetzt, worauf die Kernanlage unter Bildung einer derben Hülle, eines Kernkörperchens und vorwiegend radiär gerichteter Stromatheile sich in einen Kern umwandelte.

Fig. 13. Der einseitig von einer Schicht Hyaloplasma umgebene Kern hat sich aus der vergrösserten Kernanlage einer Körnerzelle nach Wasserzusatz gebildet. Das Kerninnere zeigt die gleiche feine und dichte Granulirung und besitzt ein ähnliches Stroma wie die Kerne in Fig. 11 und 12, dagegen besteht hier die Hülle im Durchschnitt aus einer grossen Anzahl einzelner Körner und kurzer, stäbchenförmiger Bruchstücke, die durch kleine Lücken von einander getrennt sind und von denen die derberen Stromabälkchen nach Innen ausstrahlen.

Die unmittelbar nach Zusatz der Salzlösung eintretende Schrumpfung der Zellen wird ohne Zweifel dadurch bewirkt, dass denselben rasch Wasser entzogen und ihre Substanz verdichtet wird. Es können dieselben unter diesen Umständen wie Thoma[1]) an Leukocyten von Wirbelthieren beobachtete tagelang unverändert bleiben, bis mit Verdünnung der Gewebssäfte wieder lebhafte Bewegungen eintreten. Dass aber die Zellen nicht bloss Wasser abgeben, sondern auch der Charakter der Bewegungen und die Zellsubstanz selbst verändert werden, geht schon aus den Beobachtungen hervor, welche von Kühne[2]) an Myxomyceten und von

---

[1]) Einfluss der Concentration des Blutes und der Gewebssäfte auf die Form- und Ortsveränderungen farbloser Blutzellen. Virch. Archiv, Bd. 64.

[2]) Untersuchungen über das Protoplasma. Leipzig 1864.

Thoma[1]) an den Epithelien der Zungenschleimhaut des Frosches gemacht worden sind. Kühne sah bei den Myxomyceten mit zunehmendem Salzgehalt des Wassers die Bewegungen langsamer und das Protoplasma dichter werden. Nach Behandlung mit concentrirten Kochsalz- (und Zucker-) lösungen bildeten sich keulenförmige Vortreibungen mit sehr glänzenden, glashellen Umsäumungen, an denen hie und da eine stacheliche Zerklüftung eintritt. An den Epithelien der glatten Zungenschleimhaut beobachtete Thoma bei Irrigation einer 1½proc. Kochsalzlösung die Abscheidung vakuolenähnlicher, wahrscheinlich eiweissartiger Tropfen, während von den Epithelien der Papillen ein Theil stark aufgebläht und durchsichtig wurde, der übrige Theil der Zellen dagegen sich in hohem Grade trübte und mit zahlreichen vakuolenähnlichen Gebilden füllte. Die an den Krebsblutkörpern nach der anfänglichen Schrumpfung wieder eintretenden Bewegungen des Hyaloplasma erfolgen sehr langsam und tragen nicht, wie gewöhnlich, einen wechselnden Charakter. Es werden halbkugelige oder buckelförmige Vortreibungen entwickelt, die einen sehr beträchtlichen Umfang erreichen können, während die Bildung anders geformter Fortsätze fast ganz ausbleibt. In Betreff der umfangreicheren Vortreibungen lässt sich mit Sicherheit feststellen, dass sie nicht Bildungen sind, welche aus dem Hyaloplasma abgeschieden worden sind, sondern dass das letztere ohne sich zu differenziren, nach einer bestimmten Richtung an Volumen zunimmt. Es sind ferner, abgesehen von der Quellung der Kernanlage, die häufig ausserordentlich lebhaft vor sich gehende Vakuolisirung der Körner wie das Verschmelzen des gesammten Körner- und Körnchenplasmas mit der Kernanlage, ohne dass diese sich in einen Kern umwandelt, Vorgänge, wie sie weder ohne Zusatz der Salzlösung zum Blut, noch nach blossem Zusatz einer gleich grossen Menge Wassers beobachtet werden und die sich nur aus einer Aufnahme von Salzmolekülen in das Innere der Zellen erklären lassen.

Im Wesentlichen sind zwar die Veränderungen, welche der Zusatz von Kochsalzlösung zum Blut hervorruft, den nach Zusatz von Sodalösung beobachteten ähnlich, doch zeigen die letzteren einige Besonderheiten, welche Berücksichtigung verdienen. Die nach der anfänglichen Schrumpfung wieder eintretenden Bewegungen und Fortsatzbildungen der Zellen sind lebhafter als unter gleichen Verhältnissen an den Kochsalzzellen und können sogar an Leb-

---

[1]) Ueber die Kittsubstanz der Epithelien. Virch. Arch. Bd. 64.

haftigkeit die Bewegungen der Zellen vor Zusatz der Sodalösung übertreffen, bis sie während oder erst nach Verflüssigung der Körner nnd Körnchen dauernd erlöschen. Bei ihrer Vakuolisirung zeigen die Körner ein vom Gewöhnlichen nicht erheblich abweichendes Verhalten, dagegen wird die Quellung des Körner- und Körnchenplasmas und ebenso die Quellung der Kernanlage häufig beträchtlicher als in den Kochsalzzellen, so dass der aus Körner- und Körnchenplasma und aus der ursprünglichen Kernanlage bestehende, das Zellinnere einnehmende Körper oft sehr erhebliche Dimensionen erreicht. Auf nachträgliches Drainiren entwickelt sich aus demselben in einem Theil der Zellen zwar ebenfalls ein Kern mit Hülle und Stroma, aber die letzteren sind zarter und und blasser als in den Kochsalzzellen und häufig bleibt das Stroma unvollständig, entwickelt sich nur in den inneren, der ursprünglichen Kernanlage zugehörigen Theilen, während das Körner- und Körnchenplasma sich nur zur Bildung einer Membran verdichtet, oder es treten statt eines Stroma überhaupt nur derbere Theile, Körner, Stränge und Fäden auf, ohne dass dieselben untereinander zur Bildung eines Gerüsts verbunden wären. Freie, nach Einwirkung der Sodalösung homogen gewordene Kerne erhalten nach Wasserzufuhr wohl eine derbe Hülle, aber nicht auch ein wohl entwickeltes Stroma, sondern ihr Inneres wird meist dicht und gleichmässig körnig, während durch Kochsalzlösung homogen gewordene Kerne nach Wasserzusatz ein sehr deutliches Stroma aufweisen.

Setzt man einem Präparat, in welchem die Zellen durch 5proc. Kochsalzlösung verändert worden sind, Essigsäure zu, so treten in Zellen, die innerhalb des Körner- oder Körnchenplasmas noch die Kernanlage mit Hülle und einem bereits angelegten Stroma unterscheiden lassen, die letzteren deutlich und scharf hervor. In Zellen, in welchen das Körner- oder Körnchenplasma mit der Kernanlage zu einem grossen homogenen Körper verschmolzen ist, entsteht bald ein meist weitmaschiges, den letzteren in seiner ganzen Ausdehnung durchsetzendes Gerüst und eine mit demselben zusammenhängende glatte oder körnige Membran, so dass innerhalb des so entstandenen sehr grossen Kerns die ursprüngliche Kernanlage nirgends mehr abzugrenzen ist oder dieselbe erscheint in Form eines kleinen Kerns oder kernartigen Körpers innerhalb des grossen, aus Differenzirung der Substanz des Körner- oder Körnchenplasmas entstandenen. Der aus der ursprünglichen Kernanlage hervorgegangene Kern be-

sitzt dann entweder eine deutliche Membran oder eine solche fehlt und die Fäden und Bälkchen seines meist weitmaschigen Gerüsts enden dann in der Peripherie frei, ihre Maschen sind nach Aussen offen. Andere Male fehlt dem innern Kern ein deutliches Gerüst und eine Membran, er hat eine dicht körnige oder körnig-fädige Beschaffenheit, dabei mitunter auch eine ungewöhnliche spindelförmige Gestalt, oder er tritt in Form eines glänzenden, homogenen sehr unregelmässig gestalteten und häufig eckig verzogenen Körpers vor. Diese aus der ursprünglichen Kernanlage hervorgegangenen Kerne oder kernartigen Körper gehen mit den Stromabälkchen, die sich aus dem Körner- oder Körnchenplasma differenzirt haben, spärliche oder zahlreiche Verbindungen ein. Bei der grossen Mannichfaltigkeit der nach Essigsäurezusatz entstehenden Bilder genügt es festzustellen, dass bald nur ein grosser Kern aus dem ganzen Innenkörper der Zelle entsteht, innerhalb welches sich der der ursprünglichen Kernanlage zugehörige Theil in keiner Weise mehr abgrenzen lässt und dass in anderen Zellen ein aus der letzteren hervorgegangener Kern zwar deutlich unterschieden werden kann, aber dann häufig eine ganz andere Form und Beschaffenheit als spontan entstandene Kerne besitzt. — Das Hyaloplasma erhält unter Einwirkung der Säure eine Membran und wird nur in der Umgebung des Kerns oder in seiner ganzen Ausdehnung fein und blass granulirt.

9) Wirkung von Chlorkalium.

Die Zellen werden nach Zusatz einer 5 proc. Lösung in Schollen verwandelt, welche ganz den nach Zusatz von Chlornatriumlösung entstandenen gleichen, nur bleiben Körner und Körnchen häufiger als nach Einwirkung der letzteren gesondert sichtbar. Eine Anzahl der homogen gewordenen Zellen verändert sich auch innerhalb 3 Stunden nicht, in andern verliert das Hyaloplasma wieder seinen Glanz und treibt Fortsätze, die sich sehr langsam verändern, während es gleichzeitig mitunter an Volumen zunimmt, in seltenen Fällen so beträchtlich, dass die Zellkontouren sich nicht mehr bestimmen lassen. Die verschmolzenen Körner und Körnchen sondern sich wieder, verschmelzen zum Theil und verflüssigen sich in ganz derselben Weise wie nach Chlornatriumzusatz, gleichzeitig bildet sich aber hier ohne Wasserzusatz aus der vergrösserten homogenen, nur in den centralen Partien blass granulirten Kernanlage ein Kern mit blassem oder glänzendem Stroma.

Nachträglich zieht sich das Hyaloplasma zusammen und rundet sich ab.

Nach Zusatz einer 2½ proc. Lösung wandeln sich zwar die Zellen zum Theil zunächst auch in glänzende Schollen um, dagegen werden die Bewegungen, nachdem das Hyaloplasma seinen Glanz verloren, viel lebhafter als nach Zusatz der 5proc. Lösung, unter gleichzeitiger beträchtlicher Volumenszunahme der Zelle werden keulenförmige, kolbige, halbkugeliche, mitunter den halben Umfang der Zelle umfliessende Fortsätze gebildet, die ihre Form ändern und sich wieder zurückbilden, während neue an anderen Stellen vorbrechen. Es kommt dadurch, wie es nach Zusatz einer gleich starken Chlornatriumlösung nicht der Fall ist, zu einer Vermischung des Körner- und Körnchenplasmas mit dem Hyaloplasma und nur ein grösserer oder geringerer Theil des ersteren verschmilzt mit der Kernanlage und betheiligt sich an Bildung des Kerns. Dass mit dem Einschmelzen der Körner und Körnchen und in Folge der Vermischung ihrer Substanz mit dem Hyaloplasma Strömungen in diesem entstehen, zeigt sich hier wie in Zellen des unveränderten Bluts an Körnchen, welche während des Einschmelzens anderer von der Nähe des Kernumfangs bis zur Zellperipherie fortgezogen werden. Nach Bildung des Kerns zieht sich das Hyaloplasma wieder zusammen und rundet sich ab. Es sind somit die Veränderungen, welche an den Zellen nach Zusatz einer 2½ proc. Chlorkaliumlösung eintreten, abgesehen von der anfänglichen Verschmelzung von Körnern und Körnchen und von der vorwiegenden Bildung umfangreicher Fortsätze, weder ihrer Art noch ihrem Ablauf nach wesentlich verschieden von denen der in unverändertem Blut enthaltenen Zellen.

Nach Zusatz einer concentrirten Lösung des Salzes geht die Verflüssigung der Körner und Körnchen nach ihrer Wiederdifferenzirung aus den Schollen sehr langsam im Verlauf zweier Stunden vor sich, die gebildeten Vakuolen erhalten sich geraume Zeit ohne zu schwinden und dem entsprechend nimmt auch die Kernanlage nur ganz allmählich an Umfang zu, ohne aber sich, mit wenigen Ausnahmen, in einen Kern umzuwandeln. In einem Theil der Zellen enthält die Kernanlage auch hier eine Anhäufung blasskörnig-fädiger Substanz in ihrem centralen Abschnitt. Das starr gewordene Hyaloplasma verblasst zwar wieder, zieht die stacheligen und zackigen Fortsätze ein und treibt grössere und kleinere Buckel vor, die sich theils zurückbilden, theils nicht weiter verändert werden, die Bewegungen erfolgen aber sehr träge und

sind nicht von einer erheblichen Volumenszunahme des Hyaloplasma im Ganzen begleitet.

Es werden somit durch Zusatz concentrirter Chlorkaliumlösung zum Blut in den Zellen ganz entsprechende Veränderungen hervorgerufen wie durch Zusatz einer 5 procentigen Chlornatriumlösung, während durch Zusatz von 2½—5 proc. Chlorkaliumlösung zwar zunächst ein grösserer oder geringerer Theil der Zellen in glänzende Schollen umgewandelt, aber weder die Bildung eines Kerns verhindert, noch, wenigstens in 2½ proc. Lösung, die Fähigkeit der Zellen, ihre Form zu ändern und Fortsätze zu bilden, dauernd beeinträchtigt wird.

Auch bezüglich der Veränderungen, welche sie auf nachträglichen Zusatz von Wasser erfahren, zeigen die Chlorkaliumzellen ein analoges Verhalten wie die Chlornatriumzellen. Es entsteht sofort ein sehr entwickeltes und häufig ausserordentlich zierliches gerüst- oder netzförmiges Stroma, das nach Stärke, Glanz, Anordnung und Dichte der Stellung seiner Theile wie nach dem Vortreten oder Fehlen einer feinen Granulirung in den Maschen die grössten Verschiedenheiten darbietet. Mit der Membran hängen die peripheren Stromatheile im ganzen Kernumfang zusammen. Auf Essigsäurezusatz entstehen Bilder von ähnlich wechselnder Beschaffenheit wie in den Chlornatriumzellen.

Die Wirkungen, welche die genannten 3 Salze auf die Zellen ausüben, sind untereinander ähnlich aber verschieden, je nachdem von denselben das Hyaloplasma oder die Körner- und Körnchenschicht mit den Kernanlagen betroffen werden. Durch die der anfänglichen Wasserentziehung folgende Imbibition von salzhaltigem Wasser werden bei entsprechender Concentration der zugesetzten Salzlösung theils die Bewegungen des Hyaloplasma verlangsamt, der Charakter derselben modificirt oder dieselben ganz zum Stillstand gebracht, theils wird eine Quellung der Kernanlage und des Körner- und Körnchenplasmas hervorgerufen und die Bildung des Kerns verhindert.

Die nächste Folge des Zusatzes der Salzlösung zum Blut besteht in Schrumpfung der Zellen, die ein glänzendes Aussehen und härtere Contouren erhalten, während Körnchen und Körner untereinander verbacken oder verschmelzen. Die Schrumpfung wird eine um so auffallendere, je stärker die Concentration der zugesetzten Lösung war, betrifft aber, wenn es sich um Lösungen schwächerer und mittlerer Concentration handelt, wie 2½—5 proc. Kochsalz- oder Chlornatriumlösung, nicht die sämmtlichen Zellen

in gleichem Grade. Neben einer Mehrzahl von Zellen, die in glänzende Schollen umgewandelt sind, in welchen die Grenzen der früheren Körner- oder Körnchenschicht vom Hyaloplasma einerseits und von der Kernanlage andererseits gar nicht mehr deutlich unterschieden werden können, finden sich andere, in welchen einzelne Körner und Körnchen oder in welchen die meisten derselben noch, wenn auch weniger scharf als im unveränderten Blut, vortreten. Da aber nach Zusatz concentrirter Lösungen die Zellen ein gleichmässig verändertes Aussehen darbieten, beruhen diese Verschiedenheiten wohl nicht sowohl auf einem wechselnden Verhalten der Zellen zur Salzlösung als darauf, dass die Mischung der letzteren mit dem Blute eine Anfangs nicht ganz gleichmässige ist und einzelne Zellen von salzärmeren Plasma umgeben sind als die Mehrzahl der übrigen. Die Ungleichheiten im Salzgehalt des letzteren beruhen aber jedenfalls nicht allein auf der Anfangs ungleichmässigen Vertheilung der Salzmoleküle sondern zum Theil auch auf der Abgabe wässriger Flüssigkeit Seitens der Zellen, so dass erst allmählich eine Ausgleichung des Salzgehalts zwischen salzärmeren und salzreicheren Flüssigkeitsschichten zu Stande kommt. Nach Zusatz von Lösungen schwacher und mittlerer Concentration wird dann nach einiger Zeit wieder Flüssigkeit in das Innere der Zellen aufgenommen, welche die Quellung der Kernanlage bewirkt und das Hyaloplasma zur Bildung und Rückbildung umfangreicher Buckel befähigt.

Sowohl bei der Entziehung von Wasser durch die Salzlösung als bei der nachträglichen Aufnahme salzhaltiger Flüssigkeit in die Zellen handelt es sich um Abgabe und Aufnahme von capillarem Imbibitionswasser [1]). Wir können uns die Substanz des Hyaloplasmas wie die der Körner, Körnchen und der Kernanlage als aus einem weit jenseits der Grenzen der mikroskopischen Wahrnehmung liegenden Gerüst von Tagmen (Molekülaggregaten) gebildet vorstellen, das nach Form und Weite der Maschen, nach seiner Beweglichkeit wie nach seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften mehr oder weniger erhebliche Verschiedenheiten darbietet, das aber unter dem Einfluss der in der lebenden Zelle thätigen Kräfte sich zu einzelnen Tagmen, zu Gruppen und Ketten von solchen sondern und aus ihnen sich rekonstruiren kann. Das in den Maschen eines solchen Gerüsts enthaltene und nicht durch die von den Tagmen ausgehende Anziehungskraft festgehaltene Wasser wird

---

[1]) Vgl. Pfeffer, Pflanzenphysiologie. 1881. Bd. I, S. 24.

als capillares Imbibitionswasser bezeichnet, dessen Menge von der Beschaffenheit des Gerüsts und der dadurch bedingten Weite seiner Maschen abhängig ist. Sobald dasselbe durch das umgebende salzreiche Plasma den Zellen entzogen wird, schrumpfen dieselben, erfahren dagegen bei der späteren Aufnahme salzhaltiger Flüssigkeit eine entsprechende Volumenszunahme. Der Salzgehalt der imbibirten Flüssigkeit braucht dabei nicht dem des umgebenden Plasma zu entsprechen. Es treten dann zwar von Neuem Bewegungen und Formveränderungen ein, dieselben tragen aber einen anderen Charakter als früher, es sind vorwiegend kolbige, halbkugelige, lappige, häufig zu beträchtlichem Umfang anwachsende Fortsätze, welche sich langsam entwickeln und früher oder später ihre Bewegungen ganz einstellen. Es scheint also mit der Aufnahme von salzhaltigem Imbibitionswasser die Molekularstruktur des Hyaloplasmas bestimmte Veränderungen erfahren zu haben, durch welche die Mannichfaltigkeit der Form der sich entwickelnden Fortsätze beschränkt wird und die Bewegungen selbst verlangsamt werden.

Die Differenzirung der Körner- und Körnchenschollen zu Körnern und Körnchen bleibt nach Zusatz concentrirter Salzlösungen ganz aus oder es sondern sich nur vereinzelte Körner und Körnchen, die sich sehr langsam oder in geraumer Zeit gar nicht verflüssigen, während nach Zusatz von Salzlösungen geringer und mittlerer Concentration die Wiedersonderung der Schollen zu Körnern und Körnchen, die Vakuolisirung und die Verflüssigung derselben sich häufig schneller und gleichmässiger als unter gewöhnlichen Verhältnissen vollziehen. Es müssen demnach auch die Schollen wieder Flüssigkeit imbibirt und dadurch die Fähigkeit erlangt haben, sich wieder zu differenziren. Die wieder differenzirten Körner sind, wenn Kochsalzlösung zugesetzt worden war, häufig grösser und anders geformt, als die vor der Schollenbildung vorhandenen und ihre nachträgliche Vakuolisirung und Verflüssigung erfolgt in derselben Weise, nur häufig rascher und stürmischer als in nicht mit der Salzlösung vermischtem Blute.

Das in den Krebsblutkörpern aus den verflüssigten Körnern und Körnchen gebildete Plasma zeigt bei bestimmten Salzgehalt des Bluts ein vom gewöhnlichen abweichendes Verhalten, indem es zwar mit der Kernanlage verschmilzt aber sich nicht mit dem Hyaloplasma vermischt. Das Zustandekommen dieser Vermischung wird wesentlich durch die Bewegungen des Hyaloplasmas bedingt. Durch dieselben können im unveränderten Blut einzelne Körner

und Körnchen aus dem Haufen, dem sie angehören, ausgelöst und auf kürzere oder längere Strecken in die Ausläufer hineingezogen werden und durch dieselben Bewegungen wird auch ein Einfliessen vom Körner- und Körnchenplasma in das Hyaloplasma und seine Mischung mit demselben ermöglicht werden. Vielleicht wird dieselbe befördert durch eigene Bewegung des Körner- und Körnchenplasmas, da die Formveränderungen der Körner, das Verschmelzen von Körnern und Körnchen und die Bewegungen fädiger Bruchstücke der aus ihnen gebildeten Kernmembran es wahrscheinlich machen, dass auch das erstere die Fähigkeit zu aktiven Bewegungen besitzt. Ausserdem wird das Körner- und Körnchenplasma gar nicht ausschliesslich aus der Substanz der Körner und Körnchen, sondern auch aus den wenn auch geringen Mengen von Hyaloplasma gebildet, in welches die letzteren eingebettet sind. In Folge der Aufnahme salzhaltiger Imbibitionsflüssigkeit erlischt aber das Bewegungsvermögen des Körner- und Körnchenplasmas, die in demselben noch suspendirten Körner und Körnchen verändern ihre Lage nicht und da auch die Bewegungen des Hyaloplasmas nur langsam und träge vor sich gehen und zeitweise ganz stille stehen, so vermischt sich das Körner- und Körnchenplasma nicht mit dem Hyaloplasma, sondern bleibt als eine von dem letzteren wohl abgegrenzte Schicht zurück.

Eine weitere Abweichung im Verhalten der Zellen nach Aufnahme salzhaltiger Flüssigkeit besteht in dem Ausbleiben der Bildung eines Kerns. Nach Zusatz concentrirter Lösungen der Chloralkalien zum Blut verändern sich auch innerhalb einiger Stunden die Kernanlagen so wenig wie die übrigen Theile der Zellen, nach Zusatz concentrirter Sodalösung, einer 5 proc. Chlornatrium- oder 10 proc. Chlorkaliumlösung quillt dagegen die Kernanlage, verschmilzt mit dem Körner- und Körnchenplasma und verändert sich im Verlaufe mehrerer Stunden nicht weiter. Wird nun das Blut mit Wasser verdünnt, so entsteht nach vorgängigem Zusatz von Sodalösung in zahlreichen, nach vorgängigem Zusatz der Lösung der Chloralkalien in sämmtlichen Zellen ein Kern, dessen Hülle und Stroma besonders in letzterem Fall mit grosser Deutlichkeit vortritt. Der Kern entsteht aber nicht blos aus der Substanz der Kernanlage sondern aus dem ganzen durch die letztere und das mit ihr verschmolzene Körner- und Körnchenplasma gebildeten Körper, übertrifft mithin an Grösse sehr beträchtlich die Kerne, welche sich in den Zellen des unveränderten Bluts entwickeln. Nur nach vorgängigem Sodazusatz lässt sich mitunter

der Antheil, welcher der Kernanlage bei Bildung des Kerns zukommt, von dem trennen, welcher dem Körner- und Körnchenplasma zugehört, indem häufig ein Gerüst sich in dem ersteren nicht aber in dem letzteren entwickelt hat, das nur eine Membran erhält.

Etwas abweichende Bilder entstehen, wenn dem Präparat statt Wasser Essigsäure zugesetzt wird. Ziemlich häufig tritt dann innerhalb des grossen, aus dem ganzen Innenkörper der Zelle gebildeten Kerns auch ein der ursprünglichen Kernanlage entsprechender kleinerer Kern von sehr wechselnder Form und Beschaffenheit hervor, der mit den aus dem Körner- oder Körnchenplasma gebildeten Stromatheilen mehr oder weniger zahlreiche Verbindungen eingeht, während in anderen Fällen das entstandene Stroma sich nicht in ein der ursprünglichen Kernanlage und in ein dem Körner- und Körnchenplasma zugehöriges sondern lässt.

Inducirte sekundäre oder primäre Ströme rufen nach Zusatz von Kochsalzlösung Veränderungen in den Zellen nicht regelmässig und überhaupt nur dann hervor, wenn die letztere 2½ procentig war oder wenn bei stärkerer Concentration der Lösung nur sehr geringe Mengen derselben dem Präparat zugesetzt wurden. Die Erscheinungen waren zum Theil derart, dass sie nicht mit Sicherheit als durch die Ströme hervorgerufen aufgefasst werden konnten, wenn auch ihr Eintritt unmittelbar nach Einleiten der letzteren und nachdem die Zellen einige Zeit vorher sich gar nicht verändert hatten, dafür zu sprechen schien — so das Verblassen des glänzenden Hyaloplasmas, die Entwicklung von Fortsätzen und die Verflüssigung von Körnern und Körnchen. Dagegen wurde einige Male auch die Bildung eines blassen, aus spärlichen glatten oder körnigen Fäden bestehenden und einzelne derbere Knotenpunkte einschliessenden Stromas innerhalb der vergrösserten Kernanlage beobachtet, was entweder die letztere in ihrer ganzen Ausdehnung durchsetzt oder auf ihre inneren, der ursprünglichen Kernanlage zugehörigen Abschnitte beschränkt ist und die äusseren, dem Körner- und Körnchenplasma zugehörigen frei lässt. Es bekommt ein glänzenderes Aussehen und schärfere Contouren in Zellen, die in der Nähe des positiven Pols liegen, wenn die Ströme lange genug eingeleitet worden sind, um auch eine makroskopisch durch Röthung von Lakmuspapier nachweisbare Säurebildung hervorzurufen. Auch die nach Zusatz von Kochsalzlösung in den centralen Abschnitten

mancher Kernanlagen sichtbare Anhäufung blasser, körnig-fädiger Substanz tritt unter diesen Umständen deutlicher hervor.

10) Wirkung von Zuckerlösung.

Nach Zusatz eines kleinen Tropfens einer concentrirten Lösung von Rohrzucker zum Blutpräparat bleibt die Vakuolisirung der Körner aus und aus der Kernanlage entwickelt sich kein glänzender Kern. Die Körner verbacken in grösserer oder geringerer Ausdehnung zu einer homogenen Scholle, von welcher die Kernanlage sich nicht mehr oder nicht deutlich abgrenzt, während das Hyaloplasma sich faltet, schrumpft, scharf kontourirt und etwas glänzend wird. Im Verlaufe von 2 Stunden sondern sich zwar einzelne Körner wieder von einander, der ganze Körnerhaufe verändert seine Form etwas, die Kernanlage erhält eine blasse Hülle und einzelne blasse Stromatheile, es kommt aber weder zur Verflüssigung der Körner noch zur Bildung eines glänzenden Kerns. Die Zellen erhalten mithin eine ähnliche Beschaffenheit wie nach Zusatz von Kochsalz- und Chlorkaliumlösungen zum Blut, ehe es zur Vakuolisirung der Körner gekommen ist. Setzt man dem Blut nur so viel der concentrirten Zuckerlösung zu als nach Eintauchen der Spitze der schmal lanzettförmigen Präparirnadel an derselben haftet, so werden die Bewegungen der Zelle nicht wesentlich beeinflusst und die Körner verbacken zwar nicht miteinander, vakuolisiren und verflüssigen sich aber auch nicht im Verlaufe von 2—2½ Stunde. Statt eines glänzenden bildet sich ein blasser Kern.

Werden nach Zusatz eines kleinen Tropfens der Zuckerlösung inducirte Ströme durch das Präparat geleitet, so treten, auch wenn dieselben eine beträchtliche Stärke besitzen, keine Veränderungen der Zellen ein. War dagegen die Zuckermenge so gering, dass sie ein Verbacken der Körner nicht bewirkte, so gerathen nach Einleiten primärer Ströme die Körner sofort in lebhafte Bewegungen, vakuolisiren und verflüssigen sich und gleichzeitig bildet sich ein Kern mit glänzendem Stroma und mit derber, glänzender, mit zackigen Prominenzen besetzter Hülle oder ein bereits vorhandener blasser Kern wandelt sich in einen glänzenden um. Das Hyaloplasma zieht sich zuerst etwas zusammen und entwickelt dann einige halbkugelige oder kolbige Vertreibungen, die sich allmählich bis zum Mehrfachen ihres anfänglichen Durchmessers vergrössern.

Es genügen somit schon verhältnissmässig geringe Zucker-

mengen, um die Vakuolisirung und Verflüssigung der Körner und die Umwandlung eines blassen Kerns in einen glänzenden zu verhindern, während inducirte Ströme unter diesen Verhältnissen rasch die Verflüssigung der Körner und die Bildung eines glänzenden Kerns bewirken, was sie auch bei beträchtlicher Stärke nicht im Stande sind, wenn die zugesetzte Zuckermenge Schrumpfung des Hyaloplasmas und Verbacken der Körner bewirkt hatte.

Die Veränderungen der Zellen sind denen nach Zusatz von Salzlösungen in soweit analog, als es sich um Schrumpfung des Hyaloplasma und um Verschmelzen oder Verbacken von Körnern und Körnchen handelt, dagegen bleibt nach Zusatz von Zuckerlösung die Verflüssigung der letzteren auch dann aus, wenn die Menge der zugesetzten Zuckerlösung eine so geringe war, dass sie keine Schollenbildung bewirkt hatte.

11) Wirkung einer kalt gesättigten Lösung von salpetersaurem Strychnin.

Setzt man einem Blutstropfen, um den Eintritt von Wasserwirkung zu vermeiden, nur so viel einer kalt gesättigten Lösung [1]) von Strychnin. nitric. zu, als beim Eintauchen des Endstücks einer schmal lanzettförmigen Präparirnadel an derselben haftet, so werden die Bewegungen der Zellen sehr verlangsamt oder stehen ganz still und die Verflüssigung der Körner und Körnchen und in geringerem Grade auch die Bildung eines Kerns aus der Kernanlage wird erheblich verzögert. In der ersten halben Stunde nach Zusatz der Lösung treten an einzelnen Zellen noch Buckel vor, die sich langsam vergrössern, dann sistiren aber die Bewegungen fast ganz oder es kommt während der Verflüssigung der Körner und Körnchen nur zu einer ganz allmählich und unmerklich sich entwickelnden Volumenszunahme der Zellen. Frühstens ½ Stunde nach Zusatz der Strychninlösung, mitunter aber erst nach 2½ Stunden finden sich unter der weitaus überwiegenden Mehrzahl von noch ganz unveränderten Zellen umgebildete und andere, in denen die Körner und Körnchen anfangen sich zu verflüssigen; die Verflüssigung der letzteren tritt dann auch in anderen Zellen ein und geht in der gewöhnlichen Weise nur viel langsamer als sonst vor sich und ausserdem entwickelt sich in vielen Zellen ein blasser Kern, ehe noch irgend welche Veränderungen

---

1) Nach der Pharmacopoea germ. von 1882 löst sich ein Theil Strychnin. nitric. in 90 Theilen kalten Wassers.

an den Körner- und Körnchenhaufen eingetreten sind, es wirkt also das Strychninsalz in höherem Grade hemmend auf die Verflüssigung von Körnern und Körnchen als auf die Bildung eines derberen Stromas aus der Kernanlage, das aber geraume Zeit blass bleibt und erst glänzend wird, wenn auch die Verflüssigung von Körnern und Körnchen weiter vorgeschritten ist. Kontrolversuche mit unvermischtem Blut der Versuchsthiere ergaben, dass die Verflüssigung von Körnern und Körnchen sowie die Bildung glänzender Kerne in der weitaus grossen Mehrzahl der Zellen sich bereits nach Ablauf $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde, also zu einer Zeit vollzogen hatten, zu welcher im mit Strychninlösung vermischten Blut desselben Thiers die Zellen fast sämmtlich oder zum grössten Theil noch ganz unverändert waren.

Zur Kontrole wurde 3 Blutpräparaten ebensoviel der Präparirnadel anhaftendes Wasser zugesetzt, als 3 anderen Blutpräparaten aus der Scheere desselben Thiers Strychninlösung zugesetzt worden war. In den 3 ersteren, eine kleine Wassermenge enthaltenden Präparaten waren nach $\frac{1}{2}$ Stunde die Zellen zum grössten Theil völlig umgebildet, der Rest in der Umbildung begriffen; in den 3 Strychninpräparaten war dagegen nach $\frac{1}{2}$ Stunde die Mehrzahl der Zellen noch ganz unverändert oder nur die Körner etwas auseinander gerückt, die übrigen theils umgewandelt, theils in der Umwandlung begriffen. Noch nach $1\frac{1}{2}$ Stunden fanden sich in den Strychninpräparaten ganz unveränderte Körnerzellen oder solche, in denen sich nur ein blasser oder zum Theil bereits glänzend gewordener Kern entwickelt hatte, nicht vereinzelt sondern in ziemlicher Häufigkeit, während nach Ablauf dieser Zeit in den 3 Wasserpräparaten die Zellen sämmtlich und vollständig umgewandelt waren.

Auf Einwirkung inducirter Ströme veränderten sich die Zellen in Strychninpräparaten bald ebenso rasch wie die Zellen in unvermischtem Blut desselben Thiers bald erheblich langsamer und nur auf Anwendung stärkerer, bis eine Minute lang einwirkender Ströme.

II. Spontan eintretende und durch inducirte Ströme bewirkte Veränderungen der Muskelkörner von Krebsen.

Ganz ähnliche Körner wie in den Blutkörpern finden sich zerstreut oder schichtweise und mehr oder weniger dicht zu-

sammengelagert zwischen Sarcolemma und quergestreifter Substanz. Sie sind bald glänzend und scharf umschrieben, bald blass, nur selten vakuolisirt und Schichten derselben setzen sich nicht selten in Schichten blasser, feinkörniger Substanz fort. Einzelne ungewöhnlich grosse Körner wie homogene Gebilde von der Grösse eines Kerns scheinen aus verschmolzenen Körnern hervorgegangen zu sein, deren Umrisse mitunter noch undeutlich zu erkennen sind. Nach Verlauf von 15 Stunden waren einmal in dem durch Fettverschluss vor dem Verdunsten geschützten Präparate die Körner unverändert geblieben, während die grösseren homogenen Körper sich beträchtlich verkleinert und ein stärkeres Brechungsvermögen erlangt hatten. In einem anderen Präparat waren im Verlaufe derselben Zeit die Körner zn einer sehr blassen, feinkörnigen Substanz und zu in dieselbe eingestreuten, stark glänzenden, kleinen, gelblichen Körnern zerfallen. — Auf Einleiten inducirter Ströme blieben in 6 Versuchen 5 mal die Körner ganz unverändert und wandelten sich nur in einem Versuch im Verlaufe einer Minute zu einer blass granulirten Masse um.

Die an den Krebsblutkörpern spontan wie nach Einwirkung inducirter Ströme eintretenden Veränderungen legten die Frage nahe, ob entsprechende oder ähnliche Vorgänge nicht auch in anderen Zellen stattfinden und es wurden bezüglich ihres Verhaltens in dieser Beziehung die Blutkörper von Batrachiern und von Wirbellosen, die Flimmerzellen der Rachenschleimhaut des Froschs, die Körnerhaufen in und zwischen den Flimmerzellen der Rachenschleimhaut von jungen Kröten, die körnerhaltigen Zellen der Hautdrüsen, die Kerne der Epidermiszellen, des Alveolar- und Nickhautepithels, wie des Sternalknorpels dieser Thiere und ferner die Körnerzellen aus dem Entoderm von Hydra fusca einer Prüfung unterzogen.

III. Spontan und nach Einwirkung inducirter Ströme eintretende Veränderungen der Blutkörper von Asellus aquaticus.

Analoge Veränderungen wie die Krebsblutkörper erfahren sowohl spontan als nach Einwirkung inducirter Ströme die denselben ganz ähnlichen Blutkörper von Asellus aquaticus. Die Blutbahnen innerhalb der Kiemenblätter enthalten in grosser Zahl Körnerzellen, die sich von den Körnerzellen im Krebsblut nur durch die beträchtlich geringere Grösse der Körner und der ganzen Zellen

wie durch die etwas lebhaftere gelbliche Färbung der Körner unterscheiden. Verbindungsfäden zwischen benachbarten Körnern finden sich vereinzelt ziemlich häufig, aber nur selten sind dieselben so zahlreich, dass dadurch ein netzförmiges Gefüge entsteht. Vom Körnerhaufen wird ganz oder theilweise eine homogene oder blassgranulirte Kernanlage, mitunter ein blasser, nur selten dagegen ein glänzender Kern umschlossen. Die Zellen führen lebhafte amöboide Bewegungen aus, durchwandern mitunter in verhältnissmässig kurzer Zeit das ganze Gesichtsfeld und während der Fortsatzbildung sondern sich häufig kleine Körneragglomerate von dem Körnerhaufen, treten in das Hyaloplasma über und gerathen in demselben in lebhafte Molekularbewegung. Im Verlaufe von 10 Minuten bis 1 Stunde wandelt sich ein grösserer oder geringerer Theil der Zellen unter Schwinden der Körner in solche mit blass und fein granulirtem Plasma um, während aus der Kernanlage sich ein Kern mit deutlicher Hülle und deutlichem körnigen Inhalt entwickelt. Ueber die Veränderungen, welche dabei die Körner erfahren, lässt sich bei ihrer Kleinheit nur soviel feststellen, dass dieselben zum Theil zunächst zu derberen, knotigen und strangförmigen Gebilden verschmelzen, in denen in seltenen Fällen das Auftreten einer Vakuole beobachtet wurde. Nach Ablauf der Umbildungen rundet sich ein Theil der Zellen ab und erhält eine zarte Hülle.

Ausser den Körnerzellen finden sich schon im frisch angefertigten Präparat sehr blass und fein granulirte, den umgewandelten Körnerzellen ähnliche Zellen, die einen Kern bald erkennen lassen bald nicht.

Die Umwandlung der Körnerzellen erfolgt auf Einleiten inducirter Ströme zwar rascher als spontan, indessen bedarf es doch beträchtlich längerer Zeit als bei den Körnerzellen im Krebsblut, um dieselbe hervorzurufen, es müssen die Ströme ununterbrochen 1—2, mitunter selbst 3 Minuten lang durch das Präparat geleitet werden, bis sich ein Kern gebildet hat, die Körner sämmtlich oder bis auf vereinzelte geschwunden sind und der Zellkörper in seiner ganzen Ausdehnung ein gleichmässig fein und blass granulirtes Aussehen erlangt hat. Die schon im frischen Präparat enthaltenen blass und fein granulirten Zellen erhalten mit Einleiten der Ströme rasch einen glänzenden, scharf kontourirten Kern und runden sich ab.

IV. Umbildungen, welche spontan und nach Einleiten inducirter Ströme in den Blutzellen von Salamandra mac. entstehen[1]).

Zum Theil analoge Veränderungen wie in den Krebsblutkörpern entwickeln sich in den farbigen und farblosen Blutkörpern von Salamandra maculata.

In der grossen Mehrzahl der farbigen, im Blutserum suspendirten Zellen ist der Kern homogen, oval, nirgends vom umgebenden Plasma scharf geschieden und mitunter so blass, dass er nur ganz undeutlich und verwaschen vortritt. Er besitzt einen gleichmässig fortlaufenden oder unregelmässigen, durch kurze zackige oder fädige Fortsätze unterbrochenen Kontour und mitunter auch derbere höckerige oder lappige Fortsätze. Sein Inneres ist homogen, lässt höchstens ein oder ein Paar Kernkörperchen undeutlich erkennen und war nur in wenigen Zellen schon unmittelbar nach Entnahme des Bluts differenzirt, so dass Hülle, Kernkörper, Körnchen und Fäden deutlich, wenn auch blass und nicht scharf kontourirt, sichtbar waren[2]). Derartige Kerne erhalten mitunter eine glänzende Hülle und ein glänzendes Stroma, wobei aber die bereits vorhandenen Stromatheile sich nicht verdichten, sondern schwinden und an ihrer Stelle sich neue und anders beschaffene Stromatheile entwickeln. Der Zellkörper ist homogen oder zeigt die bekannte fleckige Zeichnung und lässt in der Regel so wenig als der Kern im Verlaufe einer Stunde Veränderungen seiner Beschaffenheit wahrnehmen. Nur wenige Zellen boten ein abweichendes Verhalten; dieselben waren um etwa die Hälfte kleiner als die grosse Mehrzahl der übrigen und enthielten einen scharf kontourirten Kern mit glänzendem Fadengerüst. Während der Beobachtung traten neue Knotenpunkte und Stränge in denselben auf und gleichzeitig nahm die Mächtigkeit der umgebenden Plasmaschicht ab, die Form der Zelle ging aus der ovalen in die einer breiten und kurzen Spindel über, veränderte sich aber nicht weiter nachdem zwischen der Kernhülle und dem Zellkörper sich ein heller und schmaler Spaltraum ge-

---

[1]) Sitzungsbericht der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaften v. 10. December 1880.

[2]) Flemming fand die Zeichnung der Kerne in den Blutzellen der Larve deutlicher als in denen des erwachsenen Thiers. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 16, S. 312.

bildet hatte der schärfer vortrat nachdem das ihn begrenzende Plasma sich theils zu Körnchen theils zu einem im Durchschnitt fädigen Saum verdichtet hatte. In anderen Zellen entfärbte sich das Plasma und zog sich immer dichter um den Kern zusammen bis es denselben nur noch in Form einer schmalen, schalenartigen Hülle umschloss. Im Kerninnern hatten sich gleichzeitig neue Knoten und Stränge gebildet und ausserdem hatte auch seine Grundsubstanz ein stärkeres Brechungsvermögen erlangt, so dass die Kontouren der geformten Theile, ungeachtet ihres glänzenden Aussehens, nicht mehr so scharf vortraten wie vorher. Es schien die Möglichkeit nahe zu liegen, dass mit Zusammenziehung des Plasmas ein Theil desselben in den Kern eingetreten sei und zur Verdichtung seines Innern Veranlassung gegeben habe; indessen hatte sich an den Krebsblutkörpern gezeigt, dass das Plasma sich beträchtlich zusammenziehen kann ohne dass sein Brechungsvermögen eine auffallende Zunahme erfährt und dass sich ebenso nach seiner Zusammenziehung sehr beträchtliche Buckel von kaum merklich schwächerem Brechungsvermögen entwickeln können. Da mithin das Plasma sich beträchtlich zusammenziehen kann, ohne dass sein Brechungsvermögen erheblich zunimmt liegt in der geringen Stärke des letzteren allein noch keine Veranlassung zur Annahme des Eintritts von Plasma in den Kern und wenn sich im Kern während der Zusammenziehung des Plasmas nicht nur neue Stromatheile bilden, sondern auch die Grundsubstanz verdichtet, ohne dass er sich gleichzeitig verkleinert, so ist wohl die Möglichkeit, dass Plasma in denselben eingetreten ist, nicht auszuschliessen, aber ebensowenig das wirkliche Statthaben dieses Eintritts zu beweisen.

Der Kern der farbigen Zelle Fig. 34 *a* besitzt ein blasses, netzförmiges Stroma das 1 Stunde nach Anfertigung des Präparats schwindet während sich eine Anzahl glänzender, scharf vortretender Kernkörper entwickeln und die Hülle glänzend wird. Gleichzeitig verdichtet und verkleinert sich die umgebende Plasmaschicht, so dass sie nur noch als verhältnissmässig schmale Zone den Kern umschliesst (*b*). Die farbige Zelle Fig. 35 besitzt einen Kern mit glänzendem, netzförmigen Stroma, in dessen unterem Abschnitt sich während der Beobachtung sehr engmaschige Netze entwickelten. Während der Längen- und Dickendurchmesser der Zelle sich verkürzt, entsteht um den Kern ein schmaler heller Spaltraum, der in dem Maasse deutlicher vortritt als das ihn begrenzende Plasma sich zu Körnchen oder zu einem im Durch-

schnitt fädigen Saum verdichtet. Nach Bildung des Spaltraums erfolgt keine weitere Grössenabnahme der Zelle.

Vereinzelt waren zwischen den farbigen Zellen gefärbte, zum Theil nachweislich mit ihnen zusammenhängende Faden- oder strangförmige Gebilde sichtbar, welche die halbe oder ganze Länge einer Zelle besitzen oder ihre Länge bis um das Doppelte übertreffen. Sie befinden sich in einer unausgesetzten schlängelnden Bewegung, indem abwechselnd an verschiedenen Abschnitten derselben Ein- und Ausbiegungen rasch auf einander folgen. Die derberen Stränge erhalten dabei häufig vorübergehend variköse Auftreibungen, so dass sie an Nervenfasern aus der Retina erinnern.

Nur ganz vereinzelt kamen fast entfärbte Zellen vor, deren Plasma sich zu äusserst feinfädigen und engmaschigen Netzen differenzirt hatte und in denen der Kern ein deutliches ziemlich scharf gezeichnetes Stroma besass; häufiger waren freie Kerne mit scharf gezeichnetem Stroma eingestreut.

Unter den farblosen Zellen findet sich eine Anzahl, die in ihrem Innern bald nur undeutlich, bald deutlich feine und derbere Fäden sowie kernkörperchenartige Bildungen, daneben noch eine feine Granulirung oder sehr engmaschige und feinfädige blasse Netze, aber keinen Kern erkennen lassen und zum Theil amöboide Bewegungen ausführen. Einzelne kernlose Zellen sind so fein und gleichmässig granulirt, dass sie nahezu ein homogenes Aussehen darbieten, während andere theils ein netzförmiges Gefüge theils eine grob granulirte Beschaffenheit besitzen. Die kernhaltigen Zellen schliessen nur einen und dann meist relativ grossen Kern mit deutlichem, wenn auch blassen Stroma ein, der von einer meist schmalen Hülle homogenen oder fein genetzten Plasmas umgeben wird oder sie besitzen 2—4 kleinere, ebenfalls blasse, runde oder ovale, hie und da mit buckelförmigen Fortsätzen versehene Kerne. Ziemlich häufig sind Veränderungen der Form und des Inhalts der Kerne zu beobachten, die von Bewegungen des Plasmas bald begleitet werden bald nicht. Runde Kerne werden oval, gestreckt, können eine fast durchschneidende Einschnürung erhalten, wieder eine runde Gestalt annehmen und gleichzeitig von einer Seite der Zelle zur anderen rücken. Vorhandene Unterbrechungen der Membran schliessen sich oder es treten Körnchen in den Lücken auf, während an anderen Stellen sich neue Lücken bilden; ausserdem verdickt sich häufig die Membran an umschriebenen Stellen oder in grösserer Ausdehnung, bekommt einen stärkeren Glanz und in Kernen die nur spärliche

Stromatheile enthalten, können sich 1—2 Kernkörperchen bilden. — Unter Einziehung der hyalinen Buckel und Fortsätze bildet sich mitunter eine den Zellkörper in Form eines stärker brechenden Saums umschliessende Hülle.

Durch inducirte Wechselströme werden in den farbigen wie in den farblosen Zellen sehr auffallende Veränderungen hervorgerufen. In den farbigen Zellen entwickeln sich dieselben meist langsamer als in den farblosen und treten in ausgesprochener Weise und an der Mehrzahl der Zellen erst dann hervor, wenn die Ströme 1—2 Minuten durch das Präparat geleitet werden.

Die Kerne der farbigen Zellen erhalten fast sämmtlich ein mehr oder weniger deutliches netzförmiges Gefüge und es treten in ihnen 5—10 mit den Netzfäden zusammenhängende Kernkörperchen hervor. Einzelne Kerne haben nur in ihrer Peripherie eine fädig-körnige oder netzförmige Beschaffenheit erlangt, die sich ohne deutliche Abgrenzung auch auf das umgebende Plasma erstrecken kann, in der Regel besitzen dagegen die Kerne eine Membran, die mit vereinzelten oder mit zahlreicheren körnigen, knotigen oder zackigen, zum Theil mit dem Stroma zusammenhängenden Verdickungen besetzt ist, hie und da Lücken aufweist oder Stellen wo die fädigen Kontouren durch Reihen derberer Körnchen unterbrochen werden, die mitunter untereinander durch sehr feine und kurze Fäden verbunden sind. Stroma und Hülle der bei Weitem grossen Mehrzahl der Kerne sind blass, in vereinzelten Kernen dagegen glänzend und scharf kontourirt, andere Kerne ganz homogen und glänzend oder ihre Stromatheile in Folge des Eintritts einer Verdichtung der Grundsubstanz nur noch undeutlich kenntlich

Zahlreiche Zellen haben ihre Form verändert, sind theils rund, theils sehr unregelmässig gestaltet, mit einseitigen bauchigen Auftreibungen, wie mit buckligen, kolbigen oder gelappten, mitunter auch spindelförmigen, in lange Fåden auslaufenden Fortsätzen versehen; einzelne Zellen zeigen ringförmige, mehr oder weniger tief greifende Einschnürungen und kleine wie grössere kernlose gefärbte Kugeln haben sich ganz abgeschnürt und schwimmen frei im Präparat umher. Die Oberfläche mancher Zellen ist nicht mehr ganz glatt, sondern die Kontouren besitzen streckenweise ein gekerbtes oder gezähneltes Aussehen; die Kerne sind häufig bis an die Peripherie gerückt und einzelne, im Begriff auszutreten, ragen über dieselbe mit einem grösseren oder geringeren

Theil ihres Umfangs frei hervor. Das Plasma ist meist unverändert, enthält dagegen in manchen Zellen in der Peripherie vereinzelte oder reihenweise gestellte Vakuolen, ist in anderen Zellen entfärbt oder fein granulirt oder wird von meist gefärbten, mitunter entfärbten äusserst feinfädigen und engmaschigen Netzen ganz oder in beschränkter Ausdehnung durchsetzt. Die Zellen mit genetztem Plasma waren in der Nähe der Pole häufiger als in den zwischen denselben gelegenen Flüssigkeitsschichten. Die schlängelnden Bewegungen der gefärbten, von den Zellen ausgehenden Fäden und Stränge schienen durch die Ströme gar nicht beeinflusst zu werden und dauerten auch nach Unterbrechung derselben in gleicher Stärke fort. Nur einmal beschrieb die der zugehörigen Zelle zugewendete Fadenhälfte mit Eintritt der Ströme eine starke konvexe Ausbiegung, verharrte in derselben kurze Zeit, um dann ihre Bewegungen wieder aufzunehmen, die an der peripheren Fadenhälfte keine Unterbrechung erfahren hatten.

Die farblosen Zellen zeigten sowohl nach der Art der eintretenden Veränderungen, als nach der Schnelligkeit, mit welcher sich dieselben entwickelten, ein ziemlich wechselndes Verhalten.

In manchen der Zellen, welche nur ein körnig-fädiges oder ein netzförmiges Innere mit mehr oder weniger zahlreichen derberen Körnchen, Knoten und Strängen, aber keinen Kern besitzen, wird auch nach einmaligem oder wiederholtem Einleiten der Ströme ein Kern nicht gebildet. In einzelnen Zellen waren Veränderungen des Zellinhalts überhaupt nicht nachzuweisen, in anderen kam es zu Umbildungen des letzteren oder es traten einzelne geformte Elemente deutlicher vor als vorher. So werden kernkörperchenartige Gebilde glänzender und schärfer umschrieben, eine bereits vorhandene Granulirung wird deutlicher, grobkörnige Zellabschnitte werden feinkörnig, in feinkörnigen Abschnitten werden feine, mitunter auch derbere, stärker glänzende Fäden gebildet. Auf der anderen Seite kann auch der fein granulirte Zellinhalt in grösserer oder geringerer Ausdehnung eine homogene Beschaffenheit annehmen und mit Verkleinerung der ganzen Zelle eine derbe, glänzende Hülle entstehen.

In anderen Zellen von der gleichen Beschaffenheit entstehen nach 2—3 Minuten langer Einwirkung der Ströme ein — 4 Kerne gleichzeitig oder nacheinander die eine derbe, glänzende, mit einzelnen knotigen oder zackigen Vorsprüngen besetzte, mitunter im Durchschnitt sichelförmig verdickte Hülle besitzen, während in

ihrem Innern ein oder ein Paar derbere Kernkörperchen und eine wechselnde Zahl von Körnchen und Fäden enthalten sind. Die Kernmembran entwickelt sich sowohl aus bereits vorhandenen Fäden und Körnchen, so dass dieselben mit ihrer Bildung schwinden, zu derselben verbraucht werden, als auch aus homogenem Plasma. Wenn sich nur ein einziger und grosser Kern entwickelt, lässt sich deutlich wahrnehmen, dass die vorher im Innern der Zelle befindlichen Stränge, Körner und Körnchen, die Fäden und Fadennetze schwinden und es wird das durch die Vertheilung ihrer kleinsten Theile disponibel gewordene Material zum grossen Theil zur Bildung der Kernhülle und der durch beträchtliche Grösse ausgezeichneten Kernkörper verbraucht. Ausser den letzteren oder vereinzelten Strängen enthält das Kerninnere nur Reihen und Gruppen von Körnchen wie einzelne feine Fäden, ist aber im Ganzen arm an geformten Bestandtheilen und erscheint desshalb sehr licht; einzelne Kerne mit sehr derber und stark glänzender Hülle enthielten überhaupt keine geformten Bestandtheile. Nicht selten sind die Kerne nicht nur durch die Derbe ihrer Hülle, sondern auch durch Unregelmässigkeiten ihrer Configuration, Einziehungen und Ausbuchtungen, sowie durch ungewöhnliche Bildungen in ihrem Innern ausgezeichnet. In sehr ausgesprochener Weise war dies der Fall bei dem Kern der Zelle Fig. 37 *b* der sich im Verlaufe von 3 Minuten unter Einwirkung der Ströme aus der Zelle Fig. 37 *a* entwickelt hatte. Die letztere enthielt sehr blasse, einzelne ausgezackte Kernkörper und Stränge einschliessende Stromatheile, die von einer sehr schmalen Zone schärfer vortretender Körnchen und Fäden umrahmt wurden, so dass der weitaus grösste Theil des Zellinnern ein ähnliches Aussehen darbot wie manche Kernanlagen in den Krebsblutkörpern. Während der Einwirkung der Ströme wurde die periphere, körnig-fädige Schicht homogen und nur am unteren Umfang derselben differenzirten sich nachträglich aus ihr wieder Körnchen. Gleichzeitig bildet sich unter allmähliger Aufhellung des Zellinnern und unter Schwinden der blassen Netze ein glänzender, scharf vortretender Kern. An der Peripherie der hyalin gewordenen Zellsubstanz bildet sich zunächst eine derbe, zunehmend heller, glänzender und schärfer vortretende Kernhülle und von der Mitte des oberen und unteren Umfangs derselben entwickelt sich dann je ein mächtiger, in das Kerninnere hineinragender, zapfenartiger Fortsatz. Derselbe verschmilzt mit dem entsprechenden oberen und unteren Umfang eines mittlerweile

gebildeten derben Kernkörperchens, das nach rechts und links in zackige Fortsätze ausläuft. Es wird auf diese Weise eine sehr derbe Scheidewand gebildet, durch welche der Kern in 2 nahezu gleich grosse Abschnitte zerfällt. Derbere und feinere Körnchen sind im Uebrigen nur sparsam in das sonst homogene Kerninnere eingestreut.

Wenn sich der Kern rasch gebildet hat, so verkleinert er sich noch etwas während und unmittelbar nach Bildung der Membran. Bei Anwendung schwächerer Ströme gehen die Bewegungen der Zelle häufig ohne beeinflusst zu werden fort, es bilden sich keine Kerne in ihrem Innern und erst bei Verstärkung der Ströme kommt ihre Bildung zu Stande, während gleichzeitig die Zelle ihre Form verändert, sich verkleinert, abrundet und eine glänzende Hülle erhält. Mitunter geht die Bildung des Kerns auffallend langsam vor sich, ist nicht von Veränderungen der Form der Zelle begleitet und ein Kleinerwerden des vortretenden Kerns ist dann wenigstens nicht sichtlich. Wird der Strom unterbrochen, sobald das Innere der Zelle Veränderungen seiner Beschaffenheit zeigt, so wird die Bildung der Kerne, wenn sie überhaupt zu Stande kommt, hinausgeschoben, es vergehen mehrere Minuten bis sie überhaupt unterschieden werden können, ausserdem sind die Hülle und die Kernkörper weniger glänzend und scharf kontourirt, als wenn sie sich während der Einwirkung der Ströme gebildet haben.

In Zellen, welche bereits einen oder mehrere blasse Kerne enthalten, treten dieselben bei Einwirkung der Ströme deutlicher hervor, ihre Membran wird derber, glänzender und die feineren wie die derberen Stromatheile erhalten schärfere Kontouren. Einmal waren 3 dicht zusammenliegende blasse, unter dem Einfluss der Ströme glänzend gewordene Kerne nach Unterbrechung der letzteren zu einem einzigen gelappten Kern mit sichelförmigen Verdickungen der Wandung und fast leerer Lichtung verschmolzen (Fig. 38), ein Vorgang, dessen spontaner Eintritt an Pflanzenzellen häufig, aber auch an Zellen von thierischen Objekten wiederholt wahrgenommen worden ist.

Während der Bildung des Kerns und der Formveränderungen der ganzen Zelle verändern die nicht bei Bildung des Kerns verbrauchten oder verflüssigten Formbestandtheile des Plasmas ihre Beschaffenheit in ähnlicher Weise wie in kernlosen Zellen. Vorhandene Netze treten deutlicher vor, körnig-fädige Zellabschnitte werden netzförmig oder verflüssigen sich zu homogener Substanz,

aus welcher sich wieder Körnchen differenziren können. Nach Bildung der Zellhülle kann sich von derselben nach Unterbrechung der Ströme die körnig-fädige oder netzförmige Zellsubstanz zurückziehen und es entsteht ein mit zunehmender Verdichtung derselben sich erweiternder Spaltraum der nur da fehlt wo, wie in der Zelle Fig. 36, Kerne der Wandung anliegen, die sich nicht weiter verkleinern.

Nach dem Mitgetheilten beschränken sich die spontan eintretenden Veränderungen farbiger Zellen auf die Bildung eines blassen oder glänzenden Stromas aus der Substanz der homogenen Kerne wie auf Formveränderungen, Zusammenziehung und mitunter auch Entfärbung des Zellkörpers mit oder ohne netzförmige Differenzirung desselben. Bemerkenswerth ist, dass Stroma und Hülle blasser Kerne nicht so wie sie vorlagen glänzend wurden, sondern zunächst schwanden, aus dem wieder homogen gewordenen Kern sich von Neuem und in anderer Weise entwickelten, aber ein glänzendes Aussehen und schärfere Kontouren erlangt hatten. Immer waren es nur vereinzelte Zellen, die sich in dieser Weise verändert hatten, dagegen erhielten nach Einwirkung von Induktionsströmen nicht nur die Kerne fast sämmtlich ein blasses Stroma und eine Hülle, sondern auch die Zellsubstanz erhielt häufig eine veränderte Beschaffenheit, wurde in der Peripherie vakuolisirt oder es differenzirten sich aus ihr feine Körnchen und Netze. Gleichzeitig hatten sich häufig Formveränderungen der Zellen entwickelt und einzelne kugelförmige Portionen sich abgeschnürt.

In den farblosen Zellen wurden ausser den Formveränderungen der Kerne auch Um- und Neubildungen einzelner Abschnitte ihrer Hülle und Neubildung von Kernkörperchen beobachtet, Vorgänge, die denen in blassen Kernen von Krebsblutkörpern und den von Stricker und mir an den Kernen der Froschblutkörper wahrgenommenen ganz entsprechen. Auf Einleiten inducirter Ströme werden Stroma und Hülle blasser Kerne glänzend und schärfer kontourirt, in kernlosen Zellen entstehen mitunter nach Verflüssigung eines Theils ihrer Körnchen und Fäden glänzende Kerne mit häufig sehr dicker Wandung und derben Stromatheilen, während Körnchen, Körner und Fäden die nicht zur Bildung der Kerne verbraucht worden sind, ein sehr wechselndes Verhalten darbieten. Dieselben können sich zu hyaliner Substanz verflüssigen oder in der Bildung sehr fein granulirter Substanz aufgehen, treten andere Male nur deutlicher vor oder verschmelzen

mit einander zu derberen Gebilden oder zur Bildung engmaschiger Netze.

Die Salamanderblutkörper und die Krebsblutkörper zeigen in Betreff der in ihnen spontan und nach Einwirkung inducirter Ströme eintretenden Veränderungen in den folgenden Punkten ein übereinstimmendes Verhalten.

1) Aus manchen homogenen Kernen der farbigen Blutkörper und aus den meisten Kernanlagen der Krebsblutkörper entwickeln sich Kerne mit deutlicher Hülle und Stroma. Nur vereinzelte der letzteren werden in den farbigen Salamanderblutkörpern glänzend, in den Krebsblutkörpern dagegen fast sämmtlich.

2) In den Kernen farbloser Blutkörper kommt es zur Rück- und zur Neubildung von Hüllen und Stromatheilen, Vorgänge, die in blassen Kernen von Krebsblutkörpern sich in ähnlicher Weise aber schneller und an einer grösseren Zahl von Stroma- und Hüllentheilen vollziehen.

3) Unter dem Einfluss inducirter Ströme werden die homogenen Kerne der farbigen Blutkörper in Kerne mit blasser Hülle und Stroma, blasse Kerne der farblosen Zellen in glänzende umgewandelt und aus fast sämmtlichen Kernanlagen der Krebsblutkörper entwickeln sich glänzende Kerne. In Krebsblutkörpern ohne Kern oder Kernanlage und in kernlosen Leukocyten werden Kerne neu gebildet.

Bezüglich des Verhaltens der Zellsubstanz finden sich Analogien nur zwischen den farblosen Zellen und den Krebsblutkörpern, da das gefärbte Plasma wohl ausnahmsweise spontan und öfter unter dem Einfluss der Ströme eine fein granulirte oder genetzte Beschaffenheit erlangen kann, sich aber dann nicht weiter verändert. In den Leukocyten können sich unter dem Einfluss der Ströme die geformten Theile sowohl zu feineren sondern, als zu derberen wie zu zarten Netzen verschmelzen, ausserdem aber auch ganz verflüssigen und aus dem hyalinen Plasma sich wieder Körnchen differenziren. Analoge Vorgänge werden auch in den Krebsblutkörpern beobachtet, dagegen ist in denselben die umbildungsfähige Substanz nicht gleichmässig in der Zelle verbreitet, sondern in Form der Körner- und Körnchenschicht um die Kernanlage oder den blassen Kern angehäuft und mischt sich nach Ablauf ihrer Umbildungen mit dem Hyaloplasma.

V. Spontan eintretende, durch Einwirkung von inducirten Wechselströmen und durch Einwirkung von Essigsäure bewirkte Veränderungen der farblosen Froschblutkörper[1]).

Die amöboiden feiner granulirten Zellen wurden in Blutserum untersucht, welches farbige Zellen nicht in einer continuirlichen, sondern in einer durch mehr oder weniger zahlreiche Lücken unterbrochenen Schicht enthielt. Die in den Lücken eingeschlossenen farblosen Zellen lassen die Beschaffenheit ihres Innern deutlicher erkennen als die farblosen zwischen dicht gedrängten farbigen im Plasma enthaltenen Zellen und entziehen sich weniger leicht der Beobachtung bei Strömungen der Flüssigkeit und Verschiebungen der gefärbten Zellen.

An den meist blassen Kernen der amöboiden Zellen sind, wie bereits hervorgehoben wurde, nicht nur Aenderungen ihrer Form, sondern auch Aenderungen in der Beschaffenheit der Hülle und der Stromatheile wahrnehmbar. Sehr häufig zeigt die Hülle schmale oder weite Lücken, die einige Zeit bestehen und sich wieder schliessen, während sich neue Lücken an anderen Stellen bilden. Das Kerninnere zeigt entweder ganz dieselbe dichte und blass körnige Beschaffenheit wie das Plasma, so dass ohne die Hülle der Kern gar nicht als besonderes Gebilde innerhalb der Zelle vertreten würde, oder es ist lichter und schliesst nur ein oder ein Paar derbere, etwas glänzende Körnchen oder daneben noch kurze fädige Gebilde ein, die früher oder später wieder verblassen und sich zu feineren Körnchen sondern. Die letzteren können dann vorübergehend wieder zur Bildung einzelner derberer und etwas glänzender Körnchen, unter Aufhellung des Kerninnern verschmelzen, und in gleicher Weise sieht man auch die blasse Kernhülle vorübergehend glänzender und schärfer kontourirt werden, um dann wieder zu verblassen. Das Bild der Kerne ist ein fortwährend wechselndes und nur wenige derselben bleiben längere Zeit ganz unverändert. Es bleibt aber nicht bei blossen Veränderungen in der Beschaffenheit der Kernhülle und des Stroma, sondern manche Kerne vergrössern sich, indem unter Schwund ihrer Hülle aus verschmelzenden Körnchen der umgebenden Zellsubstanz sich eine neue Hülle bildet, und andere Kerne schwinden ganz, indem Hülle und Stroma sich zu einzelnen blassen Körnchen sondern, die von denen des umgebenden Plasma sich gar nicht unter-

[1]) Sitzungsbericht der Jenaischen Gesellschaft für Medizin und Naturwissenschaften vom 10. November 1882.

scheiden oder es bleiben von der Hülle nur noch einzelne fädige Bruchstücke, im früheren Kerninnern noch einzelne derbere Körnchen unverändert zurück. Neben einem vorhandenen Kern oder nach seinem Schwinden bildet sich häufig ein neuer oder ein Paar derselben, die mitunter zu einem einzigen verschmelzen. Ihre Hülle, wie die derberen Körnchen und Fäden ihres Innern entstehen durch Verschmelzen von Plasmakörnchen. An den neu entstandenen Kernen bobachtet man ganz dieselben Veränderungen, wie an den von Anfang an vorhandenen, und kann geraume Zeit hindurch die Bildung und Rückbildung von Kernen gleicher Beschaffenheit in einer und derselben Zelle und während der Fortdauer ihrer amöboiden Bewegungen verfolgen. — Während die eben angeführten Beobachtungen ganz mit denen Stricker's übereinstimmen, wurde ein Sichzurückziehen des Plasma's in den Kern nicht wahrgenommen.

Der Zellkörper ist ziemlich gleichmässig dichtkörnig, enthält neben den feinen und blassen eine wechselnde Anzahl derberer und dunklerer Körnchen, mitunter Vakuolen wie einzelne feine und kurze, seltener längere, mitunter sich verzweigende Fäden. Auch abgesehen von ihrer Betheiligung an Bildung der Kerne unterliegen die Theile des Zellkörpers einem Wechsel ihrer Beschaffenheit. Die Granulirung wird bald derber und dunkler, bald feiner und blasser, unter Verschmelzung von Körnchen kommt es häufig zur Bildung einzelner, meist kurzer, gerader oder etwas gekrümmter Fäden, die sich später wieder zu Körnchen differenziren oder es entstehen und vergehen Vakuolen deren Hülle aus verschmelzenden Körnchen gebildet wird und die bald einen ganz homogenen hellen Inhalt besitzen, bald ein derberes centrales Körnchen oder ein Paar feine und blasse Körnchen einschliessen und sich dann ausser durch ihre Grösse gar nicht wesentlich von kleinen Kernen unterscheiden. Im Bereiche eines Theils des Zellumfangs verdichtet sich die Zellsubstanz häufig zu glänzenden, leistenförmigen Erhabenheiten oder zu einem glänzenden Saum, auch einzelne der sonst blassen Fortsätze werden vorübergehend glänzend, auf der anderen Seite kommt es gar nicht selten stellenweise zu einem Verblassen und völligen Schwinden der Granulirung und mitunter verblasst sogar, wie schon oben hervorgehoben wurde, die Zelle in ihrer ganzen Ausdehnung, wird durchscheinend, homogen oder äusserst zart granulirt und kaum zu begrenzen oder sie wird vollständig unsichtbar, um dann früher oder später an der gleichen Stelle, unter Wiederauftreten einer zu-

nehmend deutlicher werdenden Granulirung, wieder zu erscheinen. In einzelnen Zellen fehlen Kerne ganz und es bildet sich auch für geraume Zeit ein solcher nicht.

Die farblosen Zellen, welche Haufen derberer, gelblicher, ziemlich stark glänzender Körnchen enthalten, führen sehr träge amöboide Bewegungen aus und verändern sich auch im Laufe von Stunden nur wenig. Die Körnchen nehmen häufig den grössten Theil des Zellinnern ein, bilden einen compakten Haufen, oder es schliesst derselbe in seinen centralen Abschnitten eine von glänzenden Körnchen freie, unregelmässig begrenzte Ansammlung homogenen oder blasskörnigen oder körnigfädigen Plasmas ein. Ein deutlicher Kern fehlt in der Regel.

Das Verhalten der amöboiden Zellen gegen inducirte Ströme ist ein ziemlich wechselndes; es zeigen in dieser Beziehung nicht blos die Zellen des Bluts von verschiedenen Thieren, sondern auch die Zellen in einem und demselben Präparat beträchtliche Verschiedenheiten. Häufig bedarf es, um überhaupt auffällige Veränderungen der Form und Beschaffenheit der Zellen hervorzurufen, beträchtlich stärkerer Ströme als bei elektrischer Reizung der Krebsblutkörper.

Es finden sich 1) gar nicht selten Zellen, die auch auf 1—3 Minuten lang fortgesetzte Einwirkung starker Ströme sich nicht wesentlich verändern, ihre Form beibehalten und die Fortsätze nicht einziehen.

2) Einzelne kernlose Zellen runden sich unter dem Einfluss von 1—3 Minuten lang einwirkenden Strömen allmählig ab und ihre Substanz erfährt gleichzeitig in ihrer ganzen Ausdehnung eine Umbildung, indem an Stelle der feinen Granulirung derbere Körnchen treten, die vielfach mit verzweigten, die ganze Zelle durchsetzenden und aus verschmolzenen feinen Körnchen gebildeten körnigen Strängen zusammenhängen. Einige Zeit nach Unterbrechung der Ströme treten wieder träge amöboide Formveränderungen ein, das Plasma nimmt unter Schwinden der derberen Körnchen und der verzweigten Stränge seine frühere fein granulirte Beschaffenheit wieder an und es entstehen jetzt in ihm Kerne und Vakuolen.

3) Im Blute mancher Frösche sind in ziemlich grosser Zahl Zellen enthalten, welche auf die Ströme bei 50—60 mm Rollenabstand rasch und lebhaft reagiren; es werden die Fortsätze rasch eingezogen und die Zelle rundet sich ab, um nach kurzer Zeit das Spiel der amöboiden Bewegungen wieder zu beginnen. Auf er-

neute Reizung rundet sich die Zelle wieder ab, streckt dann abermals Fortsätze vor, und man kann auf diese Weise mehrere Male hintereinander die Zelle zur Zusammenziehung veranlassen, ohne ihr damit die Fähigkeit zur Ausführung amöboider Bewegungen nach Unterbrechung der Reizung zu nehmen. Während oder unmittelbar nach Abrundung der Zelle kommt es häufig zur Bildung von einem oder von mehreren Kernen und von Vakuolen in kernlosen Zellen, oder es entstehen neben einem oder ein Paar bereits vorhandenen noch ein oder mehrere neue Kerne. Die neugebildeten Kerne überdauern den Wiedereintritt der amöboiden Bewegungen oder sie schwinden wieder und es werden mit Wiedereinleiten der Ströme und während oder nach Abrundung der Zelle von Neuem Kerne gebildet. Die unter dem Einfluss der Ströme entstandenen Kerne zeigen bald schon unmittelbar nach ihrer Bildung, bald erst nach Verlauf einiger Zeit oder nach wiederholter Einwirkung der Ströme eine schärfer gezeichnete, glänzendere Hülle und eine deutlichere Granulirung des Innern als die meist blassen, nur unter dem Einfluss der Lebensthätigkeit der Zelle entstandenen Kerne, und auch die letzteren bekommen meist in Folge der Einwirkung der Ströme ein glänzenderes Aussehen als vorher. Dass die während oder unmittelbar nach Einleiten der Ströme entstandenen Kerne, in Folge der Einwirkung der letzteren entstanden sind, lässt sich nicht direkt beweisen, es wird dies aber sehr wahrscheinlich, weil eine gleich rasche Entwicklung von Kernen unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht beobachtet wird. Während einer 5 Sekunden langen Einwirkung der Ströme sieht man in kernlosen Zellen häufig gleichzeitig 3—5 Kerne entstehen und sieht ebenso die Zahl der Kerne in bereits kernhaltigen Zellen rasch zunehmen.

Gleichzeitig mit der Bildung von Kernen in den farblosen Körpern bekommen die meisten blassen homogenen Kerne der farbigen ein mehr oder weniger deutliches, häufig stark glänzendes Stroma und eine gleich beschaffene Hülle.

4) Neben Zellen, die rasch auf die Einwirkung der Ströme reagiren, finden sich meist auch andere, die sich erst auf die stärksten Ströme des Apparates, nach 30 Sekunden bis 1 oder 2 Minuten lang fortgesetzter Einwirkung derselben und in etwas abweichender Weise verändern. Im Blute von ein paar Fröschen zeigte die Mehrzahl der Zellen das letztere Verhalten. Die Verkleinerung und Abrundung der Zelle vollzieht sich langsam und dabei ziehen sich mitunter die Fortsätze der Zelle nicht sämmt-

lich zurück, sondern verblassen zum Theil, breiten sich etwas aus oder schnüren sich zu kugelförmigen, untereinander verschmolzenen und dem sich verdichtenden Zellkörper locker anhaftenden Gebilden ab, die sich nicht weiter verändern. Mitunter verblasst auch ein grösserer oder geringerer Theil des Zellkörpers unter Zunahme seines Volumens, so dass seine Contouren kaum noch wahrzunehmen sind. Nach Ablauf der genannten Zeit und nachdem die Zelle sich abgerundet hat, kommt es zur Bildung von Kernen, deren Hülle schon von Anfang an verhältnissmässig derb und etwas glänzend ist oder sich allmählig verdickt und ein glänzendes Aussehen erlangt. Die Körnchen des Kerninnern sind ebenfalls scharf umschrieben und etwas glänzend oder werden allmählich deutlicher, wenn sie Anfangs blass waren. Nicht selten kommt es zur nachträglichen Verschmelzung benachbarter Kerne. Im Verlaufe von $\frac{1}{4}$—1 Stunde bilden sich dann partielle Verdickungen der Kernhülle aus, im Durchschnitt in Form von derberen glänzenden Spangen, Spindeln, sichel- oder halbmondförmigen Körpern, die Anfangs untereinander zusammenhängen, während später die sie verbindenden, im Durchschnitt feinfädigen Hüllentheile schwinden und die dadurch isolirten Gebilde eine runde Form annehmen. Der Kern als solcher ist damit geschwunden, die 3—6 runden, aus seiner Hülle gebildeten Körper verändern sich entweder im Verlaufe von 1—2 Stunden nicht weiter oder schwinden zum Theil wieder, und in diesem Fall wurde wiederholt der Wiedereintritt von Formveränderungen der Zelle und von trägen amöboiden Bewegungen beobachtet, während in anderen Zellen bei Ausbleiben der letzteren die feinen Körnchen des Zellinnern in ausserordentlich lebhafte Molekularbewegung geriethen. Mitunter bilden sich ähnliche runde, glänzende und zum Theil etwas gelblich gefärbte Körner auch im Innern der Kerne oder aus den Körnchen des Zellkörpers. Ihre Bildung aus der Kernhülle erfolgt in der Regel allmählig, mitunter aber rasch, innerhalb weniger Augenblicke. In anderen Kernen verdickt sich, während ihr Inneres verblasst, die Hülle gleichmässig, ohne sich zu einzelnen Stücken zu sondern und mitunter in einem Grade, dass von der ursprünglichen Lichtung nur eine kleine Höhlung übrig bleibt.

Die farblosen und derber körnigen, nichtamöboiden Zellen erfahren unter dem Einfluss der Ströme zum Theil auffallende Formveränderungen, dabei gerathen ihre Körnchen in lebhafte Bewegungen, rücken von einander ab, einzelne über den Zellumfang hinaus und schnüren sich ganz ab oder pendeln an

feinen Fäden hin und her, ohne sich aber zu verflüssigen. Gleichzeitig entstehen in den meisten Zellen 1—2 kleine Kerne aus ihrer blass granulirten Substanz.

Unter dem Einfluss starker Ströme treten auch an den Kernen der farbigen Zellen weitere Veränderungen ein, ihre Hülle verdickt sich sehr beträchtlich, und manche werden ganz homogen.

Wiederholt wurde das Vorkommen von miteinander verschmolzenen farbigen Zellen und von verschmolzenen farblosen Zellen beobachtet.

Sehr bemerkenswerth ist die grosse Widerstandskraft der farblosen Zellen gegen den Einfluss der Ströme, so dass selbst nach Anwendung sehr starker Ströme und nachdem die Kerne die auffallendsten Umbildungen erfahren haben, sich doch wieder amöboide Bewegungen einstellen können. Die Veränderungen im Einzelnen, die Bildung neuer Formelemente und ganzer Kerne aus den Plasmakörnchen sind den sich schon spontan entwickelnden entsprechend, entstehen aber rascher als die letzteren und die neugebildeten Theile erlangen schon bald oder erst nach einiger Zeit einen stärkeren Glanz und schärfere Kontouren. Nur die unter dem Einfluss sehr starker Ströme erfolgende Sonderung der Kernmembran zu einzelnen derberen Bildungen und das gleichzeitige Auftreten ähnlicher Gebilde im Kerninnern wie im Zellkörper wurde als spontan entstehender Vorgang nicht beobachtet.

Ueber das Verhalten der Leukocyten des Froschbluts bei elektrischer Reizung liegen bereits detaillirte Angaben vor, die vor geraumer Zeit von Golubew[1]) angestellt worden sind. Derselbe experimentirte mit Entladungs- und Induktionsschlägen, die sich in ihrer Wirkung nicht wesentlich unterscheiden, nur kann die Einwirkung der starken elektrischen Reizung besser bei den Versuchen mit der Elektrisirmaschine beobachtet werden, da dann die Gasentwicklung an den Elektroden viel geringer ist als bei Anwendung des Induktionsapparates.

Es wurde das Verhalten der Zellen untersucht, nach einmaliger schwacher oder starker Reizung durch einzelne oder wiederholte Schläge wie nach wiederholter Reizung und Golubew erhielt dabei die folgenden Resultate.

1) Die amöboiden Zellen ziehen auf Einleiten schwacher Entladungsschläge oder eines einzigen Induktionsschlags im Ver-

---

[1]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 57, 2. Abtheilung, 1867.

laufe von $\frac{1}{4}$—2 Minuten ihre Fortsätze ganz oder theilweise ein, um dann das Spiel ihrer Bewegungen wieder zu beginnen. Nach stärkeren Schlägen werden ebenfalls von Neuem Fortsätze gebildet, nachdem die abgerundete Zelle bis 2 Minuten sich nicht geregt hat, gleichzeitig aber treten nach einander an verschiedenen Stellen kleine, sich langsam vergrössernde und wieder mit dem Zellkörper zusammenfliessende Tropfen, keulen- oder wurstförmige Gebilde vor, die den Eindruck machen, als ob die äussere Schicht des Körperchens plötzlich einen kleinen Riss bekommen hätte, durch den die innere Masse vorgepresst wird. Dieselbe unterscheidet sich Anfangs nicht von der Substanz der Körperchen, später, vor Aufhören der Bewegung, ist sie viel blasser, nicht selten ganz hyalin. Werden von Neuem Schläge durch das Präparat geleitet, nachdem die Bewegungen des ausgetretenen Tropfens sich wieder etwas verlangsamt haben, so werden die letzteren zunächst beschleunigt und stehen dann still und bei starker Reizung nimmt das Körperchen rasch die Kugelform an und bekommt scharfe Kontouren.

Schon bei einmaligem Einleiten stärkerer Entladungs- und Induktionsschläge treten in der noch undurchsichtigen, ziemlich stark glänzenden Masse des Körperchens oft einige helle, scharf begrenzte Flecken vor, was bei dem unveränderten Körperchen gewöhnlich nicht der Fall ist; nach wiederholter starker Reizung ändern diese Flecke ihre gegenseitige Lage, während Formveränderungen des ganzen Körpers nicht mehr eintreten, fliessen nach Verlauf einer Stunde zusammen, die sie umfassenden Säume werden stellenweise unterbrochen und ihre Bruchstücke allmählig kuglig.

Wenn man, sobald nach der Reizung wieder Bewegungen eintreten, wiederholt Schläge einwirken lässt, so plattet sich die Zelle ab, breitet sich aus, wird ausserordentlich blass und ihr unregelmässig zackiger Kontour ist nur mit Mühe zu unterscheiden. Die Substanz des Körperchens ist dann feinkörnig, sehr blass und durchsichtig und in seiner Mitte finden sich 1—3 von grünen Säumen umfasste helle Flecke (Kerne). Das Körperchen führt langsame Formveränderungen aus und zieht sich von Zeit zu Zeit etwas zusammen; auf erneute Reizung zieht sich die centrale Masse sehr langsam zu einem rundlichen dunkleren Körper zusammen, während der Kontour der blassen peripheren Substanz schärfer geworden ist, bald aber verbreitert sich das Körperchen von Neuem und bekommt seine früheren Eigenschaften wieder. Auf starke,

rasch auf einander folgende Schläge nimmt es mit einem Male die Kugelform an.

Nach Einwirkung einiger Schläge fliessen benachbarte abgerundete Zellen zusammen.

Unter Einwirkung einer grossen Zahl rasch aufeinander folgender starker Schläge wird das Körperchen erst rund, vergrössert sich dann und wird immer blasser, während in seinem Innern die blassen, sich vergrössernden und theilweise zusammenfliessenden Flecken erscheinen. Später gerathen die Körnchen in Molekularbewegung, die körnige Masse zerfliesst in der umgebenden Flüssigkeit und die Körnchen werden immer blasser und verschwinden allmählig, so dass an Stelle des amöboiden Körperchens nur noch die Kerne zurückbleiben. Dabei überzeugt man sich, dass die letzteren den erwähnten blassen Stellen im Innern der Zellen entsprechen. Bisweilen zerfliesst nicht die ganze körnige Masse, sondern nur ein Theil derselben. Die Kerne können dabei auch theilweise miteinander zur Bildung einer unregelmässig gestalteten homogenen Masse zusammenfliessen. Sie treten entweder ganz aus der körnigen Masse heraus oder nur zum Theil. Die letztere nimmt bald wieder die kugeliche Form an und die Körnchen zeigen sehr rasche Molekularbewegung.

Lässt man das elektrische Präparat, nachdem die Körperchen schon Molekularbewegung ihrer Körnchen zeigen aber noch nicht zerflossen sind, für mehr als eine Stunde ruhig liegen, so treten die folgenden Veränderungen ein: die Körnchen werden allmählig grösser, einige erreichen eine beträchtliche Grösse, die Zwischenräume zwischen ihnen werden heller und die Körperchen selbst ebenfalls blasser und heller. Die kleinen Körnchen zeigen Molekularbewegung, die grösseren und die Kügelchen bleiben ruhig liegen.

2) Aehnliche Veränderungen wie an den amöboiden wurden an den sogen. Körnchenzellen beobachtet; ebenso wie an den ersteren können auch an diesen, wenn es in Folge der Reizung zur Bildung von Tropfen und zur Wiederabrundung der Zelle gekommen ist, durch neue Schläge dieselben Erscheinungen wieder hervorgerufen werden. Eine durch starke Entladungsschläge unregelmässig verlängerte Körnchenzelle floss mit dem hyalin gewordenen Theil ihrer Substanz mit einem rothen Blutkörperchen zusammen.

3) In jedem Blutpräparat finden sich Spindelzellen, deren Mitte von einem undeutlichen, nicht scharf abgegrenzten, granu-

lirten Kern eingenommen wird. Im Verlaufe einer Stunde werden diese Zellen kürzer und dicker und verwandeln sich schliesslich in Kugeln, die sich gar nicht von den sogen. freien Kernen unterscheiden. Einige von diesen Kugeln bekommen schliesslich einen hyalinen Hof. Durch elektrische Schläge werden die Zellen allmählig runder, der früher undeutliche Kern tritt deutlicher hervor und wird kleiner.

Die Beobachtungen Golubew's entsprechen den meinigen zunächst darin, dass in Folge elektrischer Reizung die Zellen einmal oder wiederholt zur Zusammenziehung veranlasst werden können, ohne die Fähigkeit, amöboide Bewegungen auszuführen, zu verlieren, wie dies in ähnlicher Weise von Kühne[1]) bei Actinophrys Eichhornii wahrgenommen worden ist. Die Bildung neuer Formelemente aus Körnchen des Plasmas sowie die Neubildung von Kernen ist von Golubew nicht, sondern überhaupt nur das schärfere Vortreten von Kernen beobachtet worden, welche letztere Golubew überhaupt erst dann als Kerne deutlich zu unterscheiden vermochte, nachdem sie durch elektrische Schläge verändert worden waren und schärfere Kontouren erhalten hatten. Dagegen stimmen die Angaben Golubew's über die Verschmelzung von Kernen, über die nach stärkeren Entladungs- und Induktionsschlägen eintretende Sonderung der Kernmembran zu einzelnen sich abrundenden Fragmenten und über die auch unter diesen Umständen noch nicht erloschene Bewegungsfähigkeit der Zellen und ebenso die Angabe über die Volumenszunahme und das Verblassen der Zellen mit meinen Beobachtungen überein.

Die Kerne der Leukocyten werden bekanntlich durch Essigsäure glänzend und scharf kontourirt, während der Zellkörper nach Stricker quillt und durchscheinend wird. Stricker hat desshalb angenommen, dass mit Bildung des Kerns die ihn constituirenden Theile eine chemische Veränderung erfahren. Da aber die Körnchen des Zellkörpers selbst auch anderweitige Veränderungen erfahren als die, welche zur Bildung von Kernen führen, so ist es nothwendig, auch das Verhalten der Zellsubstanz bei Einwirkung der Säure einer genauen Prüfung zu unterziehen.

Setzt man einem Tropfen blutkörperchenhaltigen Serums etwas

[1]) Untersuchungen über das Protoplasma. Leipzig 1864.

Essigsäure zu, so ergiebt sich nach Mischung der Flüssigkeiten, dass keineswegs in allen amöboiden Zellen der Zellkörper in seiner ganzen Ausdehnung gequollen und durchscheinend geworden ist und dass die Zellen eine wechselnde Menge von Körnchen und von meist kurzen Fäden enthalten, welche nach Einwirkung der Säure scharf vortreten. Nur in einem Theil der Zellen ist die Zellsubstanz gleichmässig zart, durchscheinend, blass und fein granulirt und enthält derbere, glänzende, scharf umschriebene Körnchen nur vereinzelt eingestreut. Andere Zellen schliessen dagegen zahlreichere derbere Körnchen in wechselnd dichter Stellung ein oder es bilden dieselben nebst feineren ebenfalls scharf vortretenden eine sehr in die Augen fallende dunklere Schicht, welche das Zellinnere in grösserer oder geringerer Ausdehnung einnimmt, bald ringsum von durchscheinender, fein und blass granulirter Zellsubstanz umgeben wird, bald stellenweise sich bis zur Zellperipherie erstreckt, den Kern einschliesst oder demselben angelagert ist. Ausserdem finden sich Zellen, die Vakuolen, mit derber, glänzender Wandung, einzelne derbere, unregelmässig geformte, ausgezackte und glänzende Knoten, wie kurze, verhältnissmässig derbe und glänzende Fäden entweder innerhalb der gleichmässig blassen Zellsubstanz enthalten oder innerhalb der eben erwähnten Schicht dicht gestellter Körnchen. Es sind mithin nicht blos die Kerne, welche durch die Säure fixirt werden, sondern auch die Vakuolen, vereinzelte derbere Körnchen wie Gruppen und Schichten derselben und ebenso fädige wie derbere knotige und strangförmige Bildungen.

Wenn nun auch diese Theile ihrer Form nach denen gleichen, die innerhalb der lebenden amöboiden Zelle wahrgenommen werden können, so müssen doch die Befunde nach stattgehabter Einwirkung der Säure controlirt werden durch die Beobachtung der Veränderungen, welche vor sich gehen, wenn die Säure zur Einwirkung gelangt.

1. Einwirkung der Säure auf die (nicht amöboiden) Körnchenzellen.

Bei langsamen Vordringen der Säure werden die blassen und feinen Körnchen und Fäden des Innenkörpers erst nur deutlicher, allmählig aber beträchtlich derber und glänzender und ausserdem bekommen die Körnchen unregelmässige, zackige Kontouren, von denen häufig feine Fortsätze ausgehen, welche benachbarte Körnchen miteinander verbinden. Gleichzeitig hellt sich die Substanz

zwischen den Körnchen und Fäden auf und der ganze Innenkörper erhält damit ein kernartiges Aussehen. Da sich ausser ihm ein Kern nicht findet, kann es auch keinem Zweifel unterliegen, dass er die Bedeutung eines Kerns hat, dagegen fehlt ihm auch nach Einwirkung der Säure in der Regel eine besondere Hülle gänzlich oder tritt nur längs eines Theils seines Umfangs als fädiger Kontour hervor. Dass die derberen, etwas glänzenden Körnchen des Kerninnern zum Theil aus vorher vorhandenen blassen und feinen hervorgehen, dass die letzteren allmählig derber und glänzender werden, lässt sich durch die direkte Beobachtung ermitteln, dagegen bleibt es dahingestellt, ob aus der Grundsubstanz unter dem Einfluss der Säure neue Körnchen und Fäden entstehen können.

Bei Beginn der Säurewirkung verändern sich die gelblichen, den Kern umschliessenden Körnchen nicht merklich, nachdem aber die Säure einige Zeit eingewirkt hat verblassen sie und lassen sich nicht mehr deutlich von einander sondern, so dass es in Zellen, in welchen sie nur eine schmale Schicht um den Kern bilden, den Anschein gewinnen kann, als habe der Kern eine deutliche, durch ihr Verschmelzen zu Stande gekommene Membran.

2. Einwirkung der Säure auf die amöboiden Zellen.

Die amöboiden Zellen erfahren durch Einwirkung der Säure zum Theil gleichartige, zum Theil wechselnde und von der Beschaffenheit ihrer Theile abhängige Veränderungen.

In allen Zellen werden blasse Kerne deutlicher, die Körnchen und Fäden des Kerninnern, wie die Hüllen glänzender, derber, die Kerngrundsubstanz heller und die häufig vorhandenen Membranlücken werden zum Theil geschlossen. Ausserdem entstehen aber auch ein oder ein Paar Kerne in kernlosen Zellen oder neben einem bereits vorhandenen Kerne an Stellen, wo die genaueste Durchmusterung des Zellinhalts vorher nur Körnchen und Fäden hatte erkennen lassen, die sich weder nach ihrer Beschaffenheit noch nach ihrer Anordnung von denen im übrigen Zellinhalt unterscheiden. Ebenso finden sich nach vorgängiger Mischung von Serum mit etwas Essigsäure Kerne in allen amöboiden Zellen, während in unveränderten Blutpräparaten sich immer Zellen finden, die für kurze Zeit oder für die Dauer $\frac{1}{2}$ Stunde und länger kernlos sind. Da sich im Voraus nicht bestimmen lässt, an welchen Stellen sich neue Kerne entwickeln werden, wird man in der Regel durch ihre

Bildung überrascht; mitunter gelingt es aber den Vorgang dabei wahrzunehmen. So hatte sich in einer kernlosen, fein und dunkel granulirten Zelle mit Eintritt der Säurewirkung die Zellsubstanz in eine grössere, dicht granulirte innere Portion und in eine schmale, helle, sehr blasse, sie nicht vollständig umschliessende äussere Portion gesondert. Um die innere Portion bildete sich dann aus verschmelzenden Körnchen ein derber, glänzender Kontour, es entstanden in ihrem Innern aus verschmelzenden feinen Körnchen derbere, durch grössere Zwischenräume von einander getrennte Körnchen, das dicht granulirte Aussehen schwand und das ganze Gebilde bot völlig das Aussehen eines Kerns mit Hülle und körnigem Inhalt.

Die derberen Körnchen und Fäden des Plasma treten nach Einwirkung der Säure deutlicher vor nnd die Körnchen verschmelzen mitunter zu sichel-, haken-, halbkreis- oder hufeisenförmig gekrümmten Fäden.

Zellen, welche von gleichmässig dicht gestellten derberen Körnchen erfüllt sind, verändern bei Einwirkung der Säure ihre Form nicht; Zellen, welche derbere Körnchen in geringerer Zahl oder nur vereinzelt eingestreut erhalten, im Uebrigen eine fein und blass granulirte Beschaffenheit besitzen, ziehen mitunter bei Einwirkung der Säure ihre Fortsätze ein und runden sich ab, andere Male bleibt ihre Form unverändert, dagegen wird das Plasma so weit es blass granulirt ist heller und durchscheinender und lässt die eingestreuten derberen Körnchen deutlicher und schärfer vortreten. Nur ein Theil dieser Zellen quillt mit Verblassen des Plasma mehr oder weniger beträchtlich auf, namentlich auffallend bei intensiver Säurewirkung.

In Folge der Säurewirkung auf die amöboiden Blutkörper erhalten somit blasse Kerne ein derberes, glänzenderes Stroma und eine derbere, glänzendere und vollständigere Hülle; es bilden sich aber ausserdem aus dem Material der Körnchen der Zellsubstanz, soweit dieselben deutlicher vortreten, neue Kerne so wie einzelne längere fädige Gebilde oder es treten die Körnchen nur schärfer vor als vorher während fein und blass granulirtes oder mehr homogenes Plasma heller und durchscheinend wird und in einem Theil der Zellen gleichzeitig mehr oder weniger beträchtlich aufquillt.

Es ist selbstverständlich, dass in Fällen, wo in Folge der Säureeinwirkung ein Kern oder fädige Gebilde aus körnigem Plasma entstehen, wir es mit Kunstprodukten zu thun haben und es wird

mitunter vielleicht nur das Bild eines Kerns vorgetäuscht, wenn sich ring- oder schleifenförmige Fäden gebildet haben, die einen Raum von der Grösse eines Kerns einschliessen. Es wird dies um so wahrscheinlicher als daneben ja vielfach ähnlich beschaffene aber anders geformte, sichel-, haken-, oder hufeisenförmig gekrümmte, ebenfalls neu entstandene Fäden vorkommen. Es würden somit die Plasmakörnchen unter einander theils zu derberen Körnchen theils zu fädigen verschieden geformten Bildungen verschmelzen können, unter Umständen auch in einer Weise, dass dadurch das Bild eines Kerns mit deutlicher Hülle entsteht. Ob nun diese Fähigkeit der Plasmakörnchen durch die Säure in bestimmter Weise verändert zu werden und mit anderen Körnchen zu verschmelzen in Verbindung gebracht werden darf mit ähnlichen Veränderungen, welchen sie unter physiologischen Verhältnissen unterliegen, ist eine Frage deren Beantwortung, abgesehen von der Prüfung der Säurewirkung an anderen lebenden Zellen, die Kenntniss der chemischen Vorgänge voraussetzt, welche die Körnchen bei ihren Veränderungen während des Lebens und nach Einwirkung der Säure erfahren.

In neuerer Zeit hat Robin[1]) die Ansicht aufgestellt, dass den weissen Blutkörperchen in ihrem physiologischen Zustand, ein Kern wie er in andern Zellen enthalten ist, nicht zukommt. Wird die Beschaffenheit der Flüssigkeit, in welcher sich die farblosen Zellen unter normalen Verhältnissen befinden geändert, so entstehen wohl kernartige Körper aber keine Kerne. Die Aenderung in der Beschaffenheit der die farblosen Zellen enthaltenden Flüssigkeit kann durch sehr verschiedene Vorgänge bewirkt und damit Veranlassung zur Entstehung der kernartigen Körper gegeben werden, so durch Ausscheidung von Fibrin, Verdunsten, Fäulniss wie durch Zusatz von Wasser, Speichel, sauren, salzigen oder alkalischen Flüssigkeiten sobald dieselben keine auflösende Wirkung besitzen.

Am auffallendsten tritt aber die künstliche Bildung der kernartigen Körper hervor, wenn Säuren angewendet werden und eine Bestätigung seiner Ansicht, dass es sich nicht um wirkliche Kerne handelt, erhielt Robin durch den Umstand, dass nach Sättigung der Säure mit alkalischen Lösungen die kernartigen Körper schwinden indem die zur Bildung der Kerntheile verschmolzenen Körn-

---

[1]) Sur les corpuscules nucléiformes des leucocytes. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie 1881.

chen sich wieder von einander trennen. Nach ungefähr 10 Minuten sind die Kerne verschwunden und die Zelle ist wieder so gleichmässig granulirt als vorher. Das Vortreten und Wiederschwinden der Kerne kann auf diese Weise 3—4 Mal hintereinander hervorgebracht werden, jedesmal aber wird nach Schwinden der kernartigen Körper die Granulirung des Protoplasma eine blassere.

Gegen diese Auffassung Robin's ist hervorzuheben, dass Gebilde, die wir den Kernen anderer Zellen an die Seite stellen müssen, unzweifelhaft in den lebenden farblosen Blutkörpern enthalten sind. Die Bildung und Rückbildung der Kerne ist von Stricker in lebenden amöboiden Zellen des nicht defibrinirten Bluts, von mir in lebenden Zellen des defibrinirten Bluts wahrgenommen worden. Ebenso spricht sich Flemming[1]) sehr positiv über das Vorkommen von Kernen in lebenden Leukocyten in und ausserhalb der Gefässe der Salamanderlarve aus, während von mir an den farblosen Zellen des erwachsenen Thiers bei Untersuchung derselben im frisch entnommenen Blut nicht blos Kerne, sondern auch Formveränderungen derselben und Aenderungen in der Beschaffenheit ihres Stromas nachgewiesen wurden. In den von Robin angezogenen Fällen kann es sich nur theils um präexistirende und in Folge der eingetretenen Veränderungen deutlicher und glänzender gewordene Kerne handeln, theils aber um Kerne oder um kernartige Körper, die aus Protoplasmakörnchen in Folge der Einwirkung differenter Agentien und namentlich von Säuren entstanden sind und von denen die einen wie die andern das gleiche Verhalten bei successiver Einwirkung der genannten Reagentien darbieten.

Bezüglich des Entstehens und Vergehens der Kerne in farblosen Zellen erkennt Flemming zwar die Richtigkeit der Stricker'schen Beobachtungen an, glaubt aber, dass trotzdem die Kerne immer da sind und nur durch ihre passive Zerrung und Dehnung im Körper der kriechenden Zelle zeitweise in „unsichtbaren Zustand" gebracht werden. Ich muss diese Auslegung der Vorgänge auf das Entschiedenste zurückweisen, da die Bildung und Rückbildung von Kernen auch ohne das gleichzeitige Vorhandensein von Bewegungen des Zellkörpers zu Stande kommt und da die Sonderung der Kernhülle zu einzelnen Stücken und zu Körnchen, die Sonderung der derberen Körnchen des Kern-

[1]) Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung 1882. S. 89.

innern zu feineren, gleichmässiger vertheilten und ebenso die Vereinigung von Körnchen zur Bildung der Kernhülle und zu Theilen des Kerninnern sich unter dem Auge des Beobachters vollziehen, mithin von einem „unsichtbaren Zustande“ des Kerns gar nicht die Rede sein kann. Zur Annahme eines blossen Verschwindens des Kerns kann übrigens die Ausdrucksweise Stricker's leicht verleiten, wenn er sich des durchaus unpassenden Bildes bedient die Kerne kommen und schwinden „wie die Wellen im Meer“. Die blosse Dehnung der Kerne macht auch dieselben nicht unsichtbar wie Flemming angiebt; bei einigermassen aufmerksamer Beobachtung sieht man die gedehnten Kerne auch dann noch, wenn ihr Mittelstück zu einem so schmalen Strang ausgezogen ist, dass man jeden Augenblick erwartet, eine vollständige Abschnürung zu 2 Kernen eintreten zu sehen. Wenn Flemming ferner genauer auf die wechselnde Beschaffenheit des Plasmas und seiner Einschlüsse geachtet hätte, so würde ihm das Verschmelzen von feineren Körnchen zu derberen wie zu Fäden und zu verzweigten Strängen, das Auftreten von Verdichtungen in der Zellperipherie, die Bildung und das Wiederverschwinden von Vakuolen und das vorübergehende Verblassen und wieder deutlich Vortreten der ganzen Zellen nicht entgangen sein. Die Bildung und Rückbildung von Kernen wird weniger auffallend, wenn man sieht, dass auch die übrigen geformten Theile des Plasma einem Wechsel in ihrer Beschaffenheit unterliegen und Veränderungen eingehen, die denen bei Bildung und Rückbildung der Kerne analog sind. Für die chemische Verwandtschaft der Plasmakörnchen mit den Körnchen des Kerninnern und mit der Kernhülle spricht auch die Essigsäurereaktion. Während die blass und undeutlich granulirten Zellabschnitte verblassen und undeutlich werden, treten wie die Kerne so auch die distinkten Körnchen des Zellinhalts schärfer hervor, ebenso die derberen Körnchen und Fäden, zu deren Bildung sie verschmolzen sind. Es ist deshalb der Satz, welchen Flemming am Schluss des betreffenden Kapitels aufstellt, dass der Kern ein morphologisch und chemisch besonderer und eigenartiger Theil der Zelle sei zunächst für die Leukocyten des Froschbluts und ausserdem für die Zellen unbegründet in welchen der Kern mit den Fäden und Netzen des Zellkörpers zusammenhängt, oder wo auch beim Fehlen solcher Zusammenhänge die Formbestandtheile des Zellkörpers ihrem chemischen Verhalten nach dem Kerne nahe stehen. Meiner Ueberzeugung nach besteht vielmehr der Kern nur aus der dichteren

und kompakteren Anhäufung einer Substanz die auch im Zellkörper in wechselnder Menge enthalten ist und in demselben die gleiche oder eine ähnliche chemische Constitution besitzt.

VI. Veränderungen, welche spontan und nach Einwirkung inducirter Ströme in den Flimmerepithelien von der Rachenschleimhaut des Frosches entstehen.

In den durch Zerzupfen der Schleimhaut in $\frac{1}{2}$ proc. Kochsalzlösung isolirten Zellreihen und Zellgruppen waren theils kernhaltige theils kernlose Zellen enthalten. In den Zellen ohne Kern fehlt entweder auch ein Kernkörperchen und die Zelle ist dann in ihrer ganzen Ausdehnung äusserst fein und gleichmässig dicht granulirt oder es ist ein deutliches aber blasses Kernkörperchen vorhanden das unmittelbar von granulirter Zellsubstanz umgeben oder von derselben durch einen runden oder ovalen Hof körnchenfreier, homogener Substanz getrennt wird der mitunter die Grösse eines kleinen Kerns erreicht, meist aber einen kleineren Durchmesser besitzt. In den Zellen mit einem Kern ist die Membran desselben häufig sehr lückenhaft und unvollständig, und neben schmalen, spaltförmigen Lücken finden sich auch grössere, welche die Hälfte oder $\frac{2}{3}$ des Kernumfangs einnehmen und häufig ganz oder theilweise durch Reihen einzelner Körnchen überbrückt werden welche dichter als im Kerninnern und im Zellkörper gestellt sind. Dagegen setzt sich das Kerninnere durch die Lücken ohne alle scharfe Grenze in die umgebende Zellsubstanz fort wenn es dieselbe gleichmässig fein und dicht granulirte Beschaffenheit besitzt wie die letztere, so dass ohne das Vorhandensein einer besonderen, wenn auch lückenhaften Hülle der Kern unter diesen Umständen überhaupt nicht als besonderes Gebilde innerhalb der Zelle vortreten würde. In anderen Zellen ist auch im Bereiche von Kontourlücken der Kern deutlich von der Zellsubstanz gesondert, wenn er zwar gleichmässig aber derber granulirt ist als die letztere oder nur spärliche derbere Körnchen und einzelne Fäden einschliesst oder wenn er ein ganz homogenes Innere besitzt. Die Lückenhaftigkeit der Kernmembran ist von mir auch an den Kernen anderer Zellen, so an den Kernen der Ganglienzellen der Re-

tina und der Vorderhörner, an denen der Epidermiszellen vom Hühnchen wie an den Knorpelzellenkernen nachgewiesen worden, es ist aber auch in den Flimmerzellen wo das Kernkörperchen nur von einer von den Körnchen der Zellsubstanz nirgends deutlich abgegrenzten Schicht homogener Substanz umschlossen wird, dieselbe sammt dem Kernkörperchen als einem Kern gleichwerthig anzusehen. — Bei fortgesetzter Beobachtung zeigt sich dass Hüllentheile sich zu einzelnen Körnchen und kurzen Fäden sondern und Reihen dicht gestellter Körnchen und kurzer Fäden zu neuen Membrantheilen an der Stelle verschwundener oder im Bereiche von schon vorhandenen Lücken verschmelzen und dass auch im Kerninnern sich neue fädige Stromatheile entwickeln können.

Die Zellsustanz ist meist gleichmässig fein und dicht granulirt, nur in einzelnen Zellen ganz oder theilweise netzförmig, besonders zwischen dem Kern und der flimmernden Fläche. Dass die Cilien in den Netzen wurzeln, lässt sich mitunter erkennen, dagegen sind während der Bewegungen der ersteren nur Verschiebungen aber keine Oscillationen der Netzschichten wahrzunehmen. Neben körnchenarmen, nicht scharf umgrenzten Stellen schliesst der Zellkörper mitunter durch eine scharf kontourirte Hülle begrenzte Vakuolen ein, die wohl in Folge der Aufnahme von Zusatzflüssigkeit in das Zellinnere entstanden sind.

Nach Stricker besitzen die Wimperzellen des Froschgaumens selbst im Beginne der Untersuchung (in humor aqueus) keine Kerne. Die zahlreich eingelagerten grobkörnigen Massen können Kerne vortäuschen. Bald aber tauchen in einzelnen Zellen Kerne auf und es fällt nicht schwer an diesen amöboide Bewegungen des Innengerüsts und auch Gestaltveränderungen der Kernhülle wahrzunehmen.

Durch die Einwirkung inducirter Ströme wird die Flimmerbewegung ausserordentlich beschleunigt, entsteht von Neuem, wenn sie bereits erloschen war, erlischt aber dann abermals und kann auch durch erneuertes Durchleiten der Ströme nicht wieder angefacht werden. Die Granulirung im Kern und Zellkörper tritt schärfer hervor, nimmt stellenweise oder in der ganzen Ausdehnung der Zelle einen netzförmigen Charakter an und die Kernkörperchen wie einzelne Fäden und derbere Körnchen des Kerninnern werden schärfer kontourirt. Während bereits vorhandene Vakuolen ganz oder bis auf schmale Spalten schwinden, können sich andere neubilden und gleichzeitig verdichtet sich die Zellperipherie zu einer zarten, homogenen Hülle, von welcher das körnige Plasma

sich allmählig in grösserem oder geringerem Umfang zurückzieht. Im Kern treten nicht nur die vorhandenen Formelemente deutlicher hervor, es bilden sich auch mitunter derbere, zum Theil anastomosirende Fäden die sich mit der Kernhülle verbinden können. Die Membran tritt nicht nur schärfer hervor sondern wird auch vervollständigt, indem vorhandene Lücken durch neu angebildete Fäden oder durch Reihen sehr dicht gestellter Körnchen geschlossen werden. Beim Verschluss kleiner Lücken bleiben die Kontouren ziemlich regelmässig rund oder oval, grössere Lücken schliessen sich zwar auch, der angebildete Hüllenabschnitt erhält aber dann häufig eine unregelmässige Form. Ausserdem kommt es mitunter gleichzeitig zu Differenzirungen, Umbildungen und Formveränderungen einzelner bereits vorhandener Membrantheile. Der Neubildung eines Membranabschnitts geht das Auftreten sehr dicht gestellter Körnchen voraus, die Anfangs zu Gruppen und Zügen angeordnet sind, die bald mehr in das Kerninnere bald mehr in den Zellkörper vorspringen, sich später zur Bildung einer mehr gleichmässig fortlaufenden ein- oder mehrfachen Reihe dichter aneinander lagern und dann miteinander zur Bildung eines glatten oder gekörnten Kontours verschmelzen. Derselbe füllt aber den vorhandenen Defekt der Kernhülle nicht immer vollständig aus, sondern lässt noch kleinere oder grössere Lücken frei in denen die Kerngrenze nur durch bald mehr bald weniger dicht aneinander gelagerte Reihen und Gruppen von Körnchen gebildet wird. Bei Aenderung der Einstellung treten an Stelle des neu entstandenen Hüllenabschnitts wieder Körnchenreihen vor, derselbe ist somit dann nicht der Ausdruck einer bläschenförmigen oder schaligen Membran. Seiner Form nach ergänzt der angebildete Membranabschnitt den bereits vorhandenen häufig nicht zu einem Kreis oder Oval, sondern zeigt eine unregelmässige Configuration, ist bauchig vorgewölbt oder erscheint als ein stumpf kegelförmiger oder zipfelförmiger Kernanhang. Gleichzeitig erfahren mitunter die bereits vorhandenen fädigen Theile der Hülle ebenfalls Veränderungen, ihre Enden biegen in das Kerninnere ein oder greifen sich verlängernd in das körnige Plasma aus, ausserdem können auch die neugebildeten Theile der Hülle sich wieder körnig differenziren oder ihre Form verändern.

In Zellen die nur ein Kernkörperchen aber keinen abgegrenzten Kern besitzen, entsteht das Bild eines solchen sobald sich aus zu Fäden verschmelzenden oder reihenweise sehr dicht gestellten

Körnchen eine besondere Membran gebildet hat; in kernlosen Zellen die ein Kernkörperchen nicht wahrnehmen lassen, tritt unter der Einwirkung der Ströme entweder nur ein Kernkörperchen hervor oder um dasselbe und die es umschliessende Substanzschicht bildet sich eine körnig-fädige Hülle.

Die im Kern eintretenden Neu- und Rückbildungen entsprechen somit ihrer Art nach den spontan sich entwickelnden, vollziehen sich aber, wie auch in den Kernen der Leukocyten vom Frosch und Salamander rascher als die letzteren.

In der Flimmerzelle Fig. 39 *a* besitzt der Kern nur im Bereiche seines linkseitigen Umfangs eine im Durchschnitt fädige Hülle, während in der übrigen Ausdehnung seines Umfangs seine sehr blass- und feinkörnige periphere Zone ohne alle deutliche Begrenzung in das umgebende, etwas deutlicher körnige Plasma übergeht. Unter Einwirkung der Ströme verlängert sich erst der fädige Kernkontour, dann schnürt sich der verlängerte Abschnitt wieder ab und sondert sich zu einzelnen Körnchen, während das zurückgebliebene Stück des Kontours sich mit seinen beiden Enden etwas nach dem Kernkörperchen zu einbiegt. Der Kernkontour vervollständigt sich dann zu einem unregelmässigen Oval durch reihenweise Anhäufung dicht gestellter Körnchen die rechts zu einem Faden verschmelzen, an dessen Stelle beim Wechsel der Einstellung wieder eine Körnchenreihe sichtbar wird (Fig. 39 *b*). Die in *a* blassen Plasmakörnchen treten nach Einwirkung der Ströme in *b* schärfer hervor.

Der Kern der Zelle Fig. 40 *a* ist in der Umgebung des Kernkörperchens homogen, in seiner Peripherie sehr blass granulirt; im Bereiche der Kontourlücken links geht sein blasskörniger Inhalt ohne alle scharfe Grenze in das etwas deutlicher granulirte Plasma über. Während der Einwirkung der Ströme verändert sich die Form des Kerns im Ganzen und seine Hülle erhält an ihrem unteren Umfang links eine kleine schleifenförmige Ausbiegung; gleichzeitig bildet sich ein mit der letzteren zusammenhängender Faden, der das Kerninnere schräg durchsetzt und mit dem gegenüberliegenden Theil der Hülle verschmilzt (Fig. 40 *b*). Die Lücke am Kernumfang links schliesst sich durch dichtgestellte, mit einander verschmelzende Körnchen.

In den beiden Zellen Fig. 41 ging die blass und fein granulirte Substanz der Kerne am oberen Umfang derselben ganz allmählig in das etwas derber und deutlich granulirte Plasma über. Unter dem Einfluss der Ströme bildet sich am Kerne links eine

fädige, am Kerne rechts eine theils körnige theils fädige Begrenzung entlang ihres oberen Umfangs aus.

Die Zelle Fig. 42 *a* besitzt statt eines Kerns nur ein von einem Hof homogener Substanz umgebenes Kernkörperchen. Das Plasma ist nicht gleichmässig körnig, sondern enthält eine Anzahl körnchenarmer Stellen die aber nicht durch eine besondere Hülle abgegrenzt sind. Während der Einwirkung der Ströme bildet sich ein biskuitförmiges, kernartiges Gebilde indem die homogene, das Kernkörperchen umgebende Schicht einseitig an Ausdehnung gewinnt und eine Begrenzung durch dicht gestellte Körnchen erhält, die namentlich am unteren Umfang deutlich vortritt (*b*). Nach Unterbrechung der Ströme zieht sich der Zellinhalt von der Hülle zurück, die sich während ihres Durchtretens gebildet hat.

VII. Spontan und unter dem Einfluss inducirter Ströme eintretende Umbildungen der Körnerhaufen in und zwischen den Flimmerzellen der Rachenschleimhaut und in dem Epithel der Hautdrüsen junger Kröten; Umwandlung blasser Kerne aus verschiedenen Geweben derselben Thiere in glänzende Kerne.

In der Rachenschleimhaut junger 2 Cm. langer Kröten finden sich theils in den Flimmerzellen, theils zwischen denselben in wechselnder Häufigkeit runde, ovale oder gestreckte Haufen gelblich glänzender, dicht zusammengedrängter Körner die ein ähnliches Aussehen besitzen wie die Körner der Krebsblutkörper aber etwas kleiner als dieselben sind. In einzelnen Haufen haben die Körner ein blasses, fein granulirtes Aussehen. In einem Theil der Körnerhaufen wurden im Verlaufe einer Stunde gar keine Veränderungen beobachtet, in anderen zerfallen dagegen die Körner zum grossen Theil zu blasser feinkörniger Substanz oder verschmelzen miteinander zu blassen homogenen Schollen. Auffallende, von lebhaften Bewegungserscheinungen begleitete Umbildungen wurden nur einmal, an einem durch Zerzupfen aus der Schleimhaut ausgelösten, frei im Blutserum schwimmenden Körnerhaufen beobachtet. Nachdem die meisten der Körner theils zu fein gra-

nulirter Substanz zerfallen, theils unter Verblassen miteinander verschmolzen waren, entstanden und schwanden im Innern der Scholle Vakuolen; es differenzirten sich aus ihrer Substanz Körnchen, kleine Körner, feine und derbere Fäden unter lebhaften und zum Theil stossweise erfolgenden Bewegungen des ganzen Körpers der sich rasch verlängert und dann wieder die runde Form annimmt. Darauf erhält derselbe längs der Hälfte seines Umfangs eine Hülle und es sondert sich eine dichtere, körnig-fädige, die centralen Abschnitte einnehmende Masse von einer blassen, hyalinen peripheren Schicht die von Fäden durchsetzt wird, welche von der Hülle nach dem dichteren Inhalt ziehen und später schwinden. Mit dieser Sonderung in 2 Schichten werden die Umbildungen im Innern träger und treten Bewegungen des ganzen Körpers überhaupt nicht wieder ein. Da der Körnerklumpen aus dem Zusammenhange mit der Schleimhaut ausgelöst war, befand er sich jedenfalls nicht unter Bedingungen die als den physiologischen entsprechende angesehen werden dürfen, immer ist es aber von Interesse, dass der aus verschmolzenen Körnern entstandene Körper den amöboiden ähnliche Bewegungen ausführen konnte und dass aus seiner Substanz sich neue Formelemente differenzirten. Die Menge des die Körner verkittenden Plasmas war, da dieselben dicht zusammengedrängt waren nur eine sehr geringe und es ist zwar die Möglichkeit nicht auszuschliessen, dass durch dasselbe Bewegungen zu Stande gekommen sind, indessen sehr viel wahrscheinlicher sind dieselben vorwiegend durch die sich verflüssigende Substanz der Körner bewirkt worden.

Einzelne Körnerhaufen verändern sich auch auf $^1/_2$ Minute langes Einleiten starker Ströme gar nicht, während andere schwinden nach nur momentanem oder wenige Sekunden dauernden Einleiten schwächerer Ströme. Die Körner gerathen in Bewegung, werden zum Theil vakuolisirt, fliessen auseinander und an ihrer Stelle bleibt ein blasser Körper zurück, dessen Umfang den des Körnerhaufens bis um das 4fache übertreffen kann und dessen Substanz homogen bleibt oder sich zu einzelnen feinen Körnchen und feinen Fäden verdichtet, deren Menge allmählig zunimmt, während andere Male sich zierliche Fadennetze entwickeln. Die Peripherie verdichtet sich mitunter in grösserem oder geringerem Umfang zu einer Hülle.

Es zeigen mithin die Körner nach ihrer Fähigkeit sich spontan und unter dem Einfluss inducirter Ströme zu verflüssigen ein ganz ähnliches Verhalten wie die Körner in Krebsblutkörpern.

Haufen dicht gedrängter, ähnlicher, zum Theil kleine Vakuolen einschliessender Körner finden sich auch in den Hautdrüsen[1]), in denen sie vorwiegend die an das Lumen grenzenden Abschnitte der Drüsenzellen einnehmen. Spontane Veränderungen der Körnerhaufen wurden auch im Verlaufe mehrerer Stunden nicht beobachtet, ebensowenig traten solche in vielen Körnerhaufen ein, wenn sie bis eine Minute lang der Einwirkung starker Ströme ausgesetzt wurden. Dagegen verblassten und schwanden die Körner anderer Haufen unter der Einwirkung der letzteren und verschmolzen zu homogener oder zu feinkörniger Substanz. Gleichzeitig traten die vorher nur undeutlich sichtbaren Kerne schärfer hervor.

Dass auch blasse Kerne anderer Gewebe unter dem Einfluss der Ströme sich in ähnlicher Weise verändern können, ergab sich aus dem Verhalten der blassen Kerne des Alveolar-

---

[1]) In der Haut der Frösche müssen nach Engelmann (die Hautdrüsen des Froschs, Pflüger's Archiv Bd. V) Körner- und Schleimdrüsen unterschieden werden. Die Körnerdrüsen finden sich in den Ohrwülsten, an den Seiten des Rückens, an der innern und äusseren Seite der Rückenfläche des Ober- und Unterschenkels und in der Schwimmhaut; in der letzteren vereinzelt in der Nähe der Phalangen, namentlich auf der Rückseite. Das Protoplasma und der Kern der Drüsenzellen befinden sich am Grunde der Zelle, von wo ein dünner Wandbeleg sich nach der Mündung erstreckt. Der grösste Theil des Zellinhalts wird von Körnern eingenommen, die in der lebenden Drüse einen Durchmesser von 0,002—0,01 Mm. besitzen. Sie bestehen aus einer quellungsfähigen Substanz, die wahrscheinlich ausser albuminoiden Körpern einen mit Zalesky's Samandarin verwandten oder identischen Stoff in grösserer Menge enthält. Nach Aufquellen in Wasser sinken die Körner mit einem Ruck unter Erblassen, oft auf $^1|_4$—$^1|_9$ des Volumens, zusammen. Zugleich kommen in ihnen einige kaum messbare Körnchen zum Vorschein von denen einige sich bald lösten, die anderen sich allmählig durch die Flüssigkeit verbreiteten. Aehnlich wie Wasser wirkten Essig- und Salzsäure. Concentrirt lösten sie die Körner völlig auf. Auch Aether und Alkohol (kalt) brachten die Körner zum Verschwinden. In Kalilauge von 10—35 Proc. schrumpften sie auf etwa $^3|_4$ bis $^2|_3$ des Durchmessers, bekamen eine unregelmässige Form, eine dicke Membran und einen undeutlich körnigen, stark lichtbrechenden Inhalt. Auch in Kochsalz von 5—10 Proc. schrumpften sie stark, blieben aber kugelich. Sie gaben die Xanthoproteinreaktion deutlich.

Den Körnerdrüsen der Frösche entsprechen die Gift- oder Seitendrüsen der Kröten, die Ohr- und Seitendrüsen der Salamander und Tritonen.

epithels und des Sternalknorpels. Die Kerne des ersteren besitzen ein zartes, blasses Stroma und eine blasse Hülle, die beide unter dem Einfluss der Ströme sofort glänzend werden. Im Sternalknorpel besitzen die meisten Kerne eine schärfer vortretende Hülle und ein sehr blasses Stroma, das unter dem Einfluss der Ströme in einem Theil der Kerne glänzend wird. Dagegen wurden die blassen Kerne der Nickhautepithelien durch die Ströme gar nicht und ebensowenig die Kerne der Epidermiszellen verändert, welche in der obersten Zellschicht vollkommen homogen sind, in den tieferen Schichten theils nur kleine Vakuolen einschliessen, theils ein deutliches Stroma und eine Hülle besitzen. Etwas abweichend verhielten sich die Kerne in der obersten Zellschicht der Epidermis eines 3 Cm. langen Froschs. Dieselben besassen theils ein scharf gezeichnetes Stroma und eine deutliche Hülle, theils einen homogenen Inhalt und eine blasse Hülle. Die letztere tritt mit Einleiten der Ströme schärfer hervor, während der homogene Inhalt sich zu einzelnen Körnchen, Kernkörperchen, feineren und derberen Fäden sondert, so dass die Kerne dann ganz das Aussehen von solchen besitzen, welche von Anfang an ein Stroma besassen.

VIII. Veränderungen der Blutkörper der Puppen von Dasichyra pudibunda und Deilephila Euphorbiae durch inducirte Ströme.

Im Blute einer 4 Wochen alten Puppe von Dasichyra pudibunda waren grössere und kleine rundliche oder polygonale, zum Theil mit Fortsätzen versehene Zellen enthalten die ein sehr blasses, fein granulirtes Plasma und einen ebenfalls blass granulirten oder homogenen Kern besitzen, dessen Körnchen nur in wenigen Zellen derber, schärfer kontourirt und etwas glänzend waren. — Auf Einleiten inducirter Ströme wird die Granulirung des Plasma rasch derber und deutlicher, die homogenen Kerne erhalten einen Inhalt von wechselnd grossen, glänzenden, scharf umschriebenen Körnchen und die Körnchen blasser Kerne traten schärfer und deutlicher hervor. Vereinzelt kommen ziemlich kleine Zellen vor die vorwiegend aus derberen, mattglänzenden Körnchen bestehen, keinen Hof hyalinen Plasmas besitzen, keinen Kern enthalten und langsame Formveränderungen ausführen. Die Körnchen sind entweder bei ziemlich dichter Stellung gleichmässig im

ganzen Zellinnern vertheilt oder es findet sich in den centralen Partien eine kleine Lichtung, in welcher Körnchen ganz fehlen oder nur sehr vereinzelt eingelagert sind und deren Umfang von den umgebenden Körnchen nirgends scharf abgegrenzt ist. Unmittelbar nach Einleiten der Ströme verblassen diese Zellen, so dass sie kaum noch wahrzunehmen und nicht mehr zu begrenzen sind und in der verblassten Substanz derselben tritt erst mit ganz verschwommenen Umrissen und Inhalt allmählich aber immer deutlicher ein Kern mit deutlicher Hülle und scharf gezeichnetem körnig-fädigen Inhalt hervor der von einer äusserst zart granulirten, nur schwer zu begrenzenden Plasmaschicht umgeben wird. Das Verblassen der Zellen unter dem Einfluss der Ströme stimmt mit dem von Golubew und mir an Leukocyten vom Frosch Beobachteten überein, wo aber auch der spontane Eintritt des gleichen Vorgangs wahrgenommen wurde und die Zelle nach einiger Zeit wieder eine deutlich granulirte Beschaffenheit annimmt.

Im Blute einer 6 Monate alten Puppe von Deilephila Euphorbiae waren in sparsamer Vertheilung blasse, kleinere und grössere Zellen enthalten, die theils eine runde oder ovale, theils eine unregelmässige Form und kurze zackige oder sehr lange Ausläufer besitzen. Die Zellsubstanz ist homogen oder sehr fein und blass granulirt und enthält in einzelnen Zellen noch eine wechselnde Zahl kleiner glänzender, gelblicher Körner und ebensolcher Körnchen. Die Kerne sind homogen oder enthalten Körnchen, die denen des Plasma gleichen und nur dichter gestellt oder derber sind als die letzteren. Die Kernmembran wird häufig nur durch Körnchen gebildet, die glänzender, etwas derber und dichter gestellt sind als die Körnchen des Kerninnern, so dass auch beim Wechsel der Einstellung der Kernkontour nur durch Körnchenkreise von wechselndem Radius gebildet wird; die Hülle anderer Kerne enthält neben Körnchen noch fädige Bestandtheile und manchen Kernen fehlt eine besondere Hülle ganz, die Körnchen der Peripherie haben dieselbe Stärke und sind ebenso dicht gestellt wie die des Kerninnern. Auf Einleiten schwächerer und häufig auch auf Einleiten starker inducirter Ströme verändern sich die Zellen gar nicht; andere Male werden unter dem Einfluss starker Ströme die Fortsätze langsam zurückgebildet und die Körnchen des Kerninnern schwinden zum Theil, zum Theil vertheilen sich dieselben in anderer Weise.

IX. Veränderungen der Körnerhaufen[1]) im Entoderm von Hydra fusca unter dem Einfluss inducirter Ströme.

Körner von ganz ähnlicher Beschaffenheit und Grösse wie die in den Krebsblutkörpern füllen neben einem hellen, durchsichtigen Kern mit homogenem Innern und zarter Hülle das Innere der Zellen des Entoderms von Hydra f. häufig mehr oder weniger vollständig aus und verändern sich auf Einleiten inducirter Ströme und nach Einwirkung von Essigsäure in ähnlicher Weise wie die Körner der Krebsblutkörper. Auf Zusatz von 10proc. Kochsalzlösung verblassen die meisten Körner und bekommen ein zart granulirtes Aussehen, während die übrigen ihren starken Glanz behalten. In 2proc. Sodalösung verblassen nur die grösseren, stark glänzenden. — Auf Einleiten schwacher Ströme sieht man die Körner auseinanderrücken und dann ein Korn nach dem andern sich vergrössern, verblassen und unter Auftreten einer sehr fein granulirten Substanz schwinden. Bei Anwendung stärkerer Ströme erfogt die Verflüssigung der Körner rasch und gleichzeitig. Durch Zerzupfen isolirte Körnerklumpen vergrössern sich während der Verflüssigung der Körner, es werden buckelförmige Fortsätze vorgetrieben und die Masse fliesst nach allen Seiten auseinander. Sehr bald verdichtet sich dieselbe aber wieder und ihre Kontouren runden sich ab, während in ihrem Innern sich theils Körnchen, theils feinfädige und engmaschige Netze bilden. Während der Verflüssigung der Körner erhält der Kern eine glänzende Hülle,

---

[1]) Die grösseren und kleineren Körner im Körper von Amoeben bestehen nach Brandt (biologisches Centralblatt 1881, N. 7) aus extranukleärem Nuklein. Im Endosark alter Exemplare von Amoeba proteus sind sie zahlreich in der Grösse von 1,5—3 μ vorhanden, zeigen dasselbe Brechungsvermögen und dieselben Reaktionen wie die Kernkörper. Sie sind löslich in Ammoniak und in 1proc. Sodalösung, werden durch Alkohol coagulirt und dann unlöslich in den genannten Lösungsmitteln und lassen sich durch Hämotoxylin leicht und stark färben, im lebenden Thier genau in derselben Weise wie die Kernkörper. Da sie selbst in alten Exemplaren noch sehr viel zahlreicher als die Kerne sind und diese ausser dem Kernsaft nur kleine Kernkörper enthalten, so ist bei diesen Organismen die Menge des extranukleären Nukleins eine sehr viel grössere als die des intranukleären. Junge Exemplare besitzen überhaupt gar keinen „Kern", sondern nur grosse kompakte Nukleinkugeln.

das Kernkörperchen wird scharf kontourirt und im Kerninnern treten erst feine und blasse, dann derbere und dunklere Körnchen auf.

Umbildungen der Netze des Ento- und Ektoderms der Tentakel.

Die blass und fein granulirte Substanz des Ento- und Ektoderms der Tentakel schliesst in wechselnd dichter Stellung derbere, blasse Körnchen, kleine Körner sowie feine und kurze und längere, etwas derbere Fäden ein; ausserdem finden sich aber sowohl im Entoderm als im Ektoderm stellenweise und als vorübergehende Bildungen Fadennetze meist in Form einzelner Lamellen, mitunter aber auch geschichtet, die bald sehr feinfädig und engmaschig, bald weitmaschig sind und dann bezüglich der Form der Maschen wie der Stärke ihrer Septa und Knotenpunkte die grössten Verschiedenheiten darbieten. Wenn der Druck des Deckgläschens die Bewegungen der unversehrten oder zerzupften Tentakel erheblich verlangsamt hat, aber auch während der Ruhezustände von noch zu lebhaften Bewegungen befähigten Tentakeln lässt sich die Bildung von Fäden und Netzen aus fein und blass granulirter oder aus nahezu homogener Substanz, ihre Umbildung und ihre Rückbildung zu der letzteren leicht verfolgen. Es entstehen während der Beobachtung und ohne dass durch Verschiebungen oder Bewegungen benachbarter Theile eine Täuschung veranlasst würde, aus fein granulirter oder nahezu homogener Substanz einzelne blasse Fäden wie einzelne blasse Septa die allmählig sich verdicken und einen stärkeren Glanz erhalten können. Behält man einzelne Fäden oder etwas derbere Fasern im Auge, so nimmt man Aenderungen ihrer Form, das Auftreten von Ausbiegungen und mitunter auch den Eintritt von Oscillationen wahr, die ganz denselben Charakter tragen wie die Oscillationen von Fäden in Pflanzenzellen mit strömendem Plasma. Ein einzelner Faden kann unter theilweisem Schwund sich verkürzen, mit einem benachbarten verschmelzen und sich durch Abschnürung theilen. In ganz ähnlicher Weise verändern sich einzelne Septa oder eine grössere Zahl derselben innerhalb ganzer Netzlamellen, dieselben werden körnig, körnig gewordene wieder fädig und glänzend und mitunter schwinden ganze Netzabschnitte, an deren Stelle eine fein granulirte Substanz tritt, aus welcher sich von Neuem Netze mit anders beschaffenen Septen entwickeln können. Es kann auf diese Weise eine Netzlamelle im Verlaufe von 10—15 Minuten ihr Aussehen

völlig ändern und ausserdem an Grösse zu- oder abnehmen, wenn ein Theil derselben sich zu fein granulirter Substanz auflöst oder aus der letzteren, so weit sie bereits vorhandene Netze umschliesst, sich neue Netze entwickeln und mit den letzteren verbinden. Am auffallendsten sind die Formveränderungen der Netze im Entoderm da die Maschen hier nicht selten eine sehr beträchtliche Grösse erreichen, die Septa verhältnissmässig derb und ihre Bewegungen leicht wahrzunehmen sind. Sehr wahrscheinlich bilden die Netze sammt der fein granulirten Substanz in toto ein kontraktiles Gewebe und ist die Kontraktilität nicht ausschliesslich an einzelne Formelemente gebunden. Auch im Körperparenchym von Infusorien lässt sich während der Pausen zwischen ihren Bewegungen an Stelle einer feinen und blassen Granulirung mitunter das Vorhandensein von äusserst engmaschigen blassen Netzen konstatiren, welche einzelne weitere, ihre Form und Grösse wechselnde Maschen einschliessen.

Auf Zusatz von 1 proc. Chlorkaliumlösung zum Wasser zwischen Objektträger und Deckgläschen werden die Bewegungen der Tentakel sehr verlangsamt und erlöschen nach einiger Zeit ganz nachdem die Tentakel sich mehr und mehr zusammengezogen haben. Körnchen, Fäden und Netze treten in Folge der Einwirkung des Reagens schärfer hervor und der ganze Tentakel bekommt ein dunkleres Aussehen. Nach Zusatz einer 2—5 proc. Lösung wird das schärfere Vortreten der Fäden, Körnchen und Netze noch auffallender. Die Bewegungen des Thiers erlöschen völlig kurze Zeit nachdem dem Wasser zwischen Deckglas und Objektträger ein Tropfen einer kalt gesättigten Lösung von salpetersaurem Strychnin zugesetzt worden ist. Veränderungen in der Beschaffenheit des Gewebes treten dabei nicht ein.

Bekannt ist, dass die Hydren das Licht suchen und sich an der Lichtseite der Gefässe ansammeln, in denen sie enthalten sind. Plötzliche starke Belichtung dagegen veranlasst die Thiere zu Kontraktionen. Wenn man dieselben durch die Spitze des Lichtkegels einer Sammellinse belichtet, ziehen sich nach einer Sekunde oder nach ein Paar Sekunden der Körper und die Tentakel zusammen um sich nach einiger Zeit wieder zu strecken; durch Belichtung nur einzelner Tentakel gelingt es aber, diese auch für sich zur Zusammenziehung zu veranlassen.

X. Uebersicht der Befunde von Veränderungen, die sich in den Blutkörpern wie in Gewebszellen verschiedener Thiere spontan und unter dem Einfluss inducirter Ströme entwickeln.

Ueberblickt man die geschilderten, in gleich- und verschiedenartigen Zellen sich spontan entwickelnden Veränderungen, so zeigt sich, dass entweder vorhandene Theile nur ihre Beschaffenheit ändern, umgebildet werden, oder dass sie rückgebildet oder dass Formelemente ganz neugebildet werden. Um- und Neubildungsvorgänge können sich combiniren, wenn vorhandene Formelemente bei der Entstehung neuer zu deren Bildung mit verbraucht werden.

1) Umbildungen von Zellbestandtheilen. Hierher gehören in den Froschleukocyten das Glänzenderwerden und wieder Verblassen von ganzen Kernen oder von Theilen ihres Innern und ihrer Hülle, die analogen Veränderungen der Plasmakörnchen, die Verschmelzung von Fäden und Körnchen im Kern und im Plasma zu derberen und meist auch glänzenderen Bildungen wie zur Bildung ganzer Kerne und der Hülle von Vakuolen und die Wiedersonderung von Fäden, fädigen Strängen, derberen Körnchen und knotigen Bildungen, wie der Hülle und der derberen Stromatheile ganzer Kerne zu blassen und feineren Körnchen; in den Flimmerzellen vom Frosch die Sonderung von fädigen Abschnitten der Kernhülle zu Körnchen oder kürzeren Fadenstücken und die Verschmelzung von einzelnen Körnchen zu fädigen Theilen der Hülle, ebenso die Verschmelzung kurzer fädiger Theile der Hülle zu längeren fädigen Abschnitten derselben; in den Krebsblutkörpern die Verschmelzung und Wiedersonderung von Stromatheilen blasser Kerne, das Glänzendwerden des blassen Kernstromas, das Glänzendwerden einzelner Abschnitte des Reiserwerks von Fäden in Zellen ohne Kern oder Kernanlage, die Verschmelzung und Wiedersonderung von Körnern und von Körnchen, die Auflösung von Netzen zu Körnchen und ihre Wiederbildung zu solchen und das Verschmelzen von Körnern und Körnchen zur Bildung der Kernmembran allein oder auch peripherer Stromatheile.

Unter der Bezeichnung Umbildungen sind somit Vorgänge verschiedener Art inbegriffen, die nur das gemeinschaftlich haben,

dass die vorhandenen Theile dabei nicht schwinden. Sie bilden sich zu anderen Formelementen um mit oder ohne gleichzeitige Aenderung ihrer physikalischen und chemischen Beschaffenheit oder die letztere ändert sich bei Erhaltung der Form der Theile. Neue Formelemente von der gleichen oder nicht nachweislich verschiedenen Beschaffenheit werden gebildet, wenn Körner, Körnchen und Stromatheile blasser Kerne in den Krebsblutkörpern verschmelzen und sich nach ihrer Verschmelzung wieder zu ähnlichen Gebilden wie die, aus denen sie hervorgegangen sind, sondern und ebenso, wenn in den Kernen der Flimmerzellen vom Frosch sich Theile der Hülle zu Körnchen sondern oder Körnchen zu fädigen Hüllenabschnitten verschmelzen. In den Froschleukocyten erhalten dagegen die Plasmakörnchen wie die aus ihrer Verschmelzung hervorgegangenen Bildungen häufig einen stärkeren Glanz und verlieren denselben wieder ohne sich sonst zu verändern oder sondern sich gleichzeitig zu blassen Körnchen. Mit der Verschmelzung der Körner und Körnchen der Krebsblutkörper zur Bildung der Kernhülle ist ebenfalls eine Aenderung ihrer Beschaffenheit verbunden und eine solche tritt ein ohne erhebliche gleichzeitige Formveränderungen der Theile, wenn das stabile aber blasse Kernstroma der Krebsblutkörper glänzend wird.

2) Rückbildungen von Zellbestandtheilen. Zu denselben gehören der Schwund von Körnchen und Fäden der Kernmembran und des Kerninnern in den Leukocyten vom Frosch und Salamander wie der vorübergehende völlige Schwund sämmtlicher geformter Theile in den Froschleukocyten, die Verflüssigung der Körner, Körnchen und Netze im Plasma der Krebsblutkörper, die von dem Auftreten einer sehr feinen und blassen Granulirung begleitete Verflüssigung der Körnerhaufen in den Blutkörpern von Asellus aquaticus und der Körnerhaufen in und zwischen den Flimmerzellen der Rachenschleimhaut junger Kröten, ausserdem der Schwund der Netze oder von Netzbestandtheilen im Ekto- und Entoderm von Hydra. Es können demnach Theile, die nach ihrem Verhalten gegen Essigsäure nachweislich eine verschiedene chemische Beschaffenheit besitzen wie die Körnchen und Fäden in Froschleukocyten und die Körner und Körnchen der Krebsblutkörper sich im homogenen Plasma unter dem Einfluss der in der lebenden Zelle thätigen Kräfte verflüssigen, während gleiche oder ähnliche Formelemente sich gleichzeitig oder später aus homogenem Plasma neubilden.

3) Neubildungen von Zellbestandtheilen. Aus homogenen oder fein und blass körnig-fädig differenzirten Kernanlagen der Krebsblutkörper entstehen blasse oder glänzende Kerne, deren Membran mitunter nachträglich knotige, zapfen- oder leistenförmige Verdickungen erhält und ebenso verdicken sich nachträglich einzelne Stromatheile; in Kernen mit blassem Stroma entstehen neue Stromatheile, während bereits vorhandene wieder schwinden. In vereinzelten farbigen Salamander-Blutkörpern schwindet das ausnahmsweise vorhandene blasse Stroma des Kerns, derselbe wird erst wieder homogen und es entwickelt sich dann ein neues und glänzendes Stroma. In den Kernen der Leukocyten von Fröschen und Salamandern und in denen der Flimmerzellen vom Frosch werden vorhandene Kontourlücken durch neugebildete Theile geschlossen und ebenso entstehen im Innern der Kerne Körnchen und Fäden aus formloser Substanz. Aus homogener oder fein und blass granulirter Substanz der Tentakel von Hydra entwickeln sich Fadennetze.

Zur Gewinnung einer Uebersicht sind als Um-, Rück- und Neubildungen Vorgänge zusammengefasst worden, die zwar ihrer Art nach verschieden sind, aber als Theilerscheinungen der in der Zelle ablaufenden Lebensprozesse untereinander doch in engem Zusammenhang stehen, wie die Bildung und Verflüssigung, das Glänzendwerden und wieder Verblassen, das Verschmelzen und das sich wieder Sondern von Formelementen im Kern und im Zellkörper. Ueber die Bedeutung, welche diesen Vorgängen zukommt, lässt sich nur ganz im Allgemeinen so viel sagen, dass sie sehr wahrscheinlich an den Ernährungsvorgängen und am Stoffwechsel betheiligt sind und somit zur Erhaltung der Zelle und ihrer funktionellen Leistungsfähigkeit beitragen, dagegen fehlen alle Anhaltepunkte, um eine Einsicht in die Bedingungen ihres Zustandekommens zu erhalten. In den Krebsblutkörpern laufen die Veränderungen nicht nur in einer bestimmten Weise ab und bewirken eine völlige Umbildung der ganzen Zelle, sondern es kommt während und nach der Verflüssigung der Körner und Körnchen auch zur Abschnürung von kugelförmigen, grösseren und kleineren Portionen des nukleinhaltigen Plasmas, die vielleicht im Blute weitere Veränderungen eingehen, sich lösen und zum Aufbau der Gewebe wie zur Restitution verbrauchter Zell- und Gewebsbestandtheile beitragen. Während der Häutung wird der Verbrauch von Bildungsmaterial voraussichtlich ein sehr beträcht-

licher sein, da während dieser Periode die Nahrungsaufnahme jedenfalls eine sehr beschränkte ist.

Die Bildung und Verflüssigung geformter Theile des Zellplasmas ist von mir schon früher in Pflanzenzellen [1]) wahrgenommen worden, die zur Verfolgung dieser Vorgänge sehr günstige Objekte darbieten.

In Netzschollen aus den Zellen der Blätter von Aloe arboresc. wurde die Verschmelzung von Körnchen und von Fäden wie die Quertheilung und Neubildung von Fäden beobachtet, so dass die Anordnung der Netztheile eine andere wurde.

Häufiger und leichter lassen sich die bezüglichen Vorgänge in Zellen und strömendem Plasma verfolgen.

In den Staubfädenhaaren von Tradescantia verdichtet sich das Plasma nicht nur zu Buckeln und Wülsten, die in ihrer ganzen Dicke oder nur in ihrer Peripherie ein merklich stärkeres Brechungsvermögen besitzen als das erstere, sondern auch zu einzelnen Fäden und zu blassen oder zu scharf vortretenden Netzen, deren Septa ihre Form ändern, früher oder später sich wieder verflüssigen und mit dem Stroma verschmelzen. Ebenso ändern runde, cirkulirende Plasmaklumpen ihre Beschaffenheit, differenziren sich in ihrer ganzen Dicke zu Maschen, deren Form und Grösse fortwährend wechselt, werden wieder homogen um sich dann von Neuem zu differenziren, bis sie schliesslich ebenfalls wieder mit dem strömenden Plasma verschmelzen.

Ebenso wurde in den Brennhaaren von Urtica die Differenzirung buckelförmiger Erhebungen der Wandschicht zu blassen Netzen oder zu einer schwammigen Masse, ausserdem aber auch an scharf gezeichneten Netzlamellen Veränderungen der Form und Weite der Maschen und das Undeutlichwerden der Netzstruktur, in den Netzen im Innern der Haare von Heliotrop das

---

[1]) Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzellen. Jena 1880. S. 45, 51, 73 und 80. Neuerdings hat Heitzmann (microscopical Morphology of the human body, New York 1883, S. 116), an lebenden Knorpelzellen vom Kaninchen auf dem erwärmten Objektträger einen Wechsel in der Beschaffenheit der Plasmanetze, Aenderungen der Maschenweite, das Verschmelzen von Knotenpunkten und ihre Wiedersonderung zu Netzfäden beobachtet und entsprechende Veränderungen wurden von Hurlbutt (S. 37) neben der Bildung von Vakuolen in den Blutkörpern der Auster wahrgenommen.

Vorsprossen von Fäden aus Netzknotenpunkten von mir wahrgenommen.

Unter den Zellen thierischer Gewebe sind, abgesehen von den Vorgängen bei Differenzirung embryonaler Zellen, bisher vorzugsweise die Veränderungen, welche die Drüsenzellen während ihrer Thätigkeit und ihrer Ruhe erfahren, Gegenstand der Untersuchung gewesen. Bekanntlich haben über diese Veränderungen zuerst die Untersuchungen von Heidenhain Aufschluss ertheilt, nach welchen sowohl in Schleim- als in Eiweissdrüsen aus den färbbaren Plasmakörnchen und Netzen während der Ruhe die helle nicht färbbare Grundsubstanz entsteht, aus welcher in der thätigen Drüse, unter Abnahme des Volumens der Zellen und unter Abrundung der zackigen oder abgeplatteten Kerne, das Sekret gebildet wird, während die Plasmakörnchen und Netze auf Kosten der Lymphe sich regeneriren.

Nach Langley[1]) erscheint in den Eiweissdrüsen das Sekretionsmaterial im frischen Zustande unter der Form dunkler, die Innenzone der Zellen einnehmender Körnchen, die für die Absonderung verbraucht und während der Ruhe neugebildet werden; nach Alkohol-Glycerinbehandlung fliessen die Körnchen zu der von Heidenhain beschriebenen und als Sekretionsmaterial bezeichneten hellen Substanz zusammen.

In der Parotis des Kaninchens sind nach den im Breslauer physiologischen Institut angestellten Untersuchungen von Schmidt[2]) die Zellen der ruhenden Drüse im frischen Zustand ganz dicht von Körnchen erfüllt; in Folge der Reizung werden die Zellkontouren deutlicher, die Körnchen schwinden von der Peripherie nach dem Centrum des Acinus zu, bilden eine um das Lumen des Acinus gelegene Zone und schwinden schliesslich ganz, so dass die Zelle nur aus heller, fast homogener Substanz besteht. An Isolationspräparaten (in 5 proc. Lösung von chromsauren Ammoniak) und ebenso an gefärbten Präparaten ist in den Zellen, besonders distinkt in denen der gereizten Drüse, ein Netzwerk wahrzunehmen. Ein Kern ist weder in den Zellen der ruhenden noch in denen der gereizten Drüse wahrzunehmen, tritt dagegen nach Färbung der Theile vor. Er färbt sich in den Zellen der ruhenden Drüse in seiner ganzen Substanz und gleichmässig dunkel, lässt weder

---

[1]) Journal of Physiology II, 1879.

[2]) Ueber Kernveränderung in den Sekretionszellen. Breslau 1882.

ein Kernkörperchen noch Körnchen unterscheiden; in der gereizten Drüse wird der Kern nicht blos rund sondern auch grösser, schwächer gefärbt, seine Grundsubstanz hellt sich auf, Kernkörperchen und Körnchen werden sichtbar. Unter zunehmender Vergrösserung rückt er nach der Mitte der Zelle und wird schliesslich, bei gleichzeitig erfolgender Verkleinerung der Zelle, nur von einem kleinen Saum einer diffus gefärbten Zellsubstanz umgeben.

Die Veränderungen der Drüsenzellen sind zunächst an Drüsen festgestellt worden, welche durch Reizung ihrer Nerven in Thätigkeit versetzt worden sind, es sind dieselben aber denen ganz entsprechend, welche nach reichlicher Fütterung eintreten.

Auch in Betreff der morphologischen Veränderungen der Hauptzellen der Fundusdrüsen ist Langley zu entsprechenden Resultaten wie an den Eiweissdrüsen gelangt. Während des Hungerzustands sind die Hauptzellen in ihrer ganzen Ausdehnung körnig, während der Verdauung schwinden dagegen die Körnchen im äusseren Drittheil oder in der äusseren Hälfte der Zelle unter Abnahme des Pepsingehaltes; im Hungerzustande sammelt sich das Absonderungsmaterial wieder an, das an Alkoholpräparaten als helle, nicht färbbare Substanz auftritt.

Nach den von Kühne[1]) und Lea am lebenden Pankreas angestellten Beobachtungen wird während der Thätigkeit der Drüse die in der Aussenzone der Zellen von der Basis nach Innen ziehende Streifung deutlicher; die Körnchen der Innenzone rücken allmählig von der Gegend des Kerns nach dem Lumen hin, werden kleiner, matter und verschwinden endlich vollständig.

Neuerdings hat Langley[2]) auch auf Strukturverschiedenheiten aufmerksam gemacht, welche die Leberzellen im Hungerzustande und während der Verdauung darbieten. Beim Maulwurf ist im Hungerzustande das protoplasmatische Netzwerk durch die ganze Zelle vertheilt und enthält in den Zwischenräumen eine geringe Menge hyaliner Substanz, ausserdem Glycogen und Körnchen. Während der Verdauung schwinden die Körnchen mehr oder weniger aus dem Centrum der Zelle, das Netzwerk zeigt schmälere Balken und weitere, meist durch Glycogen ausgefüllte Zwischenräume.

---

[1]) Verhandlungen des naturhistorisch-medic. Vereins zu Heidelberg I.

[2]) Proceedings of the Royal Society. N. 220. 1882.

Entwicklungsformen der Becherzellen beobachtete Hebold[1]) in der Schleimhaut des Oesophagus von Fröschen, nachdem er eine Glasröhre bis in den Magen eingeführt hatte. Es fanden sich zwischen fertigen Becherzellen und solchen mit dünnem Fortsatz Zellen, die bereits Schleim gebildet hatten und deren Fortsatz sich zu einem bedeutend breiteren Cylinder umgestaltet hatte.

Die Regeneration der Zellen der Schleimdrüsen im Eileiter von Fröschen geht nach Entleerung des schleimigen Inhalts beim Durchtritt der Eier von den zurückbleibenden Kernen und ihrem Protoplasmahof aus.

Den Befunden von Heidenhain und Langley entsprechen die Veränderungen, welche von Hebold in den Drüsenzellen der Schleimdrüsen der Kaninchenzunge während ihrer Thätigkeit beobachtet wurden. Da bei Schluckbewegungen die Schleimdrüsen der Zunge und des Pharynx sich entleeren, wurde durch Reizung des Lingualis eine lang anhaltende kräftige Speichelsekretion hervorgerufen, um dadurch Schluckbewegungen zu erzeugen. Die ruhende Drüse enthält helle, glasige, fein und blassgranulirte Zellen, in denen nur die Kerne durch Karmin geröthet werden. In bis 4½ Stunde lang gereizten Drüsen waren die Zellen kleiner, dichter granulirt und dunkler geworden und wurden durch Karmin hell, die Körnchen dunkel gefärbt. Aehnliche Veränderungen bewirkten Injektionen von Pilocarpin.

Ein Wechsel in der Beschaffenheit der Kerne wurde von Nussbaum[2]) in den Zellen der Darmdrüsen von Wirbelthieren und in den zweizelligen Drüsen in dem Blutraum der Saugscheiben von Argulus foliaceus constatirt.

Bei Untersuchung der Darmdrüsen zeigte sich, dass während des ungestörten Ablaufs der Sekretion die mononukleären Kerne vorherrschen, dass dagegen nach längerem Hunger die multinukleolären Kerne an Zahl vermehrt sind. Bei Argulus foliaceus konnte sogar der Uebergang der einen Form in die andere beobachtet werden. Die Drüsen frisch eingefangener Thiere enthalten vorwiegend mononukleäre Kerne, allmählig verwandelt sich aber der mononukleoläre Zustand in den polynukleolären.

---

[1]) Ein Beitrag zur Lehre von der Sekretion und Regeneration der Schleimzellen. Bonn 1879.

[2]) Ueber den Bau und die Thätigkeit der Drüsen. Archiv d. mikroskop. Anatomie, Bd. 21. 1882.

Es handelt sich demnach in den Drüsenzellen im Allgemeinen um Umbildung und Verflüssigung vorhandener Formelemente und um Neubildung von solchen zum Ersatz der verbrauchten, Vorgänge die mit den funktionellen Leistungen der Drüsen in unmittelbarem Zusammenhange stehen, während bei den ihrem Geschehen nach ähnlichen, aber zeitlich nicht so weit auseinanderliegenden, von mir beobachteten Vorgängen in Zellen anderer Art ein solcher Zusammenhang wenigstens nicht nachweislich ist. Dagegen hat Montgomery[1]) durch fortgesetzte und genaue Verfolgung der Lebenserscheinungen von Moneren die Ueberzeugung gewonnen, dass in diesen Thieren unausgesetzt Neubildungs- und Rückbildungsvorgänge im Plasma ablaufen, einen cyclischen, in seinen Phasen zu übersehenden Verlauf einhalten und dass durch dieselben sich das Thier in seiner Integrität erhält.

Nach Montgomery wird der Wechsel in der Beschaffenheit des Plasma's durch chemische Vorgänge in demselben bewirkt. Ueberall, wo die vorwärts fliessende, vollkommen hyaline Substanz des Moners mit dem umgebenden Medium in Berührung kommt, wird sie zersetzt und in granulirte Substanz umgewandelt, welche aufhört zu fliessen, beim Vorwärtsfliessen neuer hyaliner Massen zur Seite geschoben wird und schliesslich am hinteren Umfang des Thiers wieder in den aufsteigenden Theil des chemischen Kreislaufs eintritt. Zugleich erfolgt eine allmählige Schrumpfung oder vielmehr ein Zusammenballen des veränderten Fortsatzes, seine Contraktion, und an seiner Basis entwickelt sich eine Vakuole, deren Inhalt sich schliesslich in das umgebende Medium entleert. Die Contraktion ist somit eine Folge der Zersetzung der lebenden Substanz, ein rückgängiger Prozess, durch welchen ein kleines Fragment von der letzteren abgespalten und wahrscheinlich durch Oxydation in stabile, anorganische Moleküle umgesetzt wird. Das Aktive bei den Bewegungen, die spontane Bethätigung der lebenden Substanz äussert sich vielmehr in ihrem Hinausfliessen und die Contraktion ist nur der durch Reize erzwungene Zustand. Das durch äussere Einflüsse, sogenannte Reize, granulär gewordene Plasma wird durch spontane Wiederherstellung, auf Kosten vorhandenen geeigneten Ersatzmaterials wieder flüssig und hyalin und zu neuen Vorwärtsbewegungen befähigt. Das Ersatzmaterial wird geliefert durch die aufgenommene Nahrung und

[1]) Zur Lehre von der Muskelkontraktion, Pflügers Archiv, Bd. 25 und The unity of the organic individual, Mind 19.

die bei Assimilation derselben entstandenen Zersetzungsprodukte werden, wie die bei der Contraktion gebildeten, durch die depurativen Bläschen entleert.

Ueber die Veränderungen, welche die Dotterplättchen bei der Entwicklung der Gewebe erfahren, sind von Török[1]) an gehärteten Präparaten von Siredon pisciformis Untersuchungen angestellt worden. Nach seinen Beobachtungen richten sich zuerst die Körner in bestimmter Weise, verschmelzen dann theils zu „kugelförmigen Netzgebilden", theils wachsen sie zu Stäbchen aus und sowohl aus den ersteren als aus den stäbchenförmig gewordenen Körnern können in kernlosen Zellen Kerne entstehen.

Die bisherigen Untersuchungen über die Veränderungen lebender Zellen durch elektrische Ströme beziehen sich vorwiegend auf das Verhalten von Pflanzenzellen mit strömendem Plasma, auf das Verhalten von amöboiden und von Flimmerzellen und auf Veränderungen, welche der Untersuchung zugängliche Drüsenzellen erfahren.

Nach Velten[2]) haben Induktions- und constante Ströme die gleiche Wirkung auf die Bewegung des strömenden Plasmas in Pflanzenzellen, die sich aber erst bei einer gewissen Intensität der ersteren äussert. Schwache Ströme bewirken Verlangsamung und erst bei längerer Einwirkung Stillstand der Bewegung. Nach Eintritt des letzteren stellt sich aber nach längerer Zeit die Bewegung wieder her, während starke Stromintensitäten für immer Stillstand hervorbringen. Die in den Zellen von Vallisneria spiralis nach Einwirkung schwacher Ströme eintretende Beschleunigung der Bewegung führt Velten auf die durch den Strom erzeugte Wärme zurück, deren Effekt aber durch Abgabe derselben an das umgebende Medium ausgeglichen wird.

Die von Velten in Zellen mit cirkulirendem Plasma (Cucurbita pepo, Tradescantia) beobachteten Veränderungen schliefsen sich den früher von Kühne[3]) beschriebenen an. Die Wirkung schwacher Ströme äussert sich zunächst darin, dass eine grosse Anzahl Körnchen anfangen Molekularbewegung zu zeigen, es treten variköse Anschwellungen der dickeren Fäden und der Stränge auf, während die Dicke der zwischen den Anschwellungen gelegenen und dieselben verbindenden Abschnitte der Stränge

---

[1]) Archiv für mikroskopische Anatomie, 13. Band, 1877.

[2]) Einwirkung strömender Elektrizität auf die Bewegungen des Protoplasma. Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 73, 1876.

[3]) Untersuchungen über das Protoplasma. Leipzig 1864.

und Fäden so abnimmt, dass sie nur äusserst feine, in einer zitternden oder pendelnden Bewegung begriffene Fäden darstellen. Aehnliche feine zitternde Fäden treten frei aus den Strängen vor. Das Zittern kann als Molekularbewegung des ganzen Fadens aufgefasst werden. Die Anschwellungen sind in erster Linie verursacht durch örtliche Wasseraufnahme und dann durch ungleiche Vertheilung der Plasmatheile; mit Zunahme ihrer Grösse werden sie kugelförmig und ihre dichtere Peripherie schliesst einen wasserreichen Inhalt ein, dessen Körnchen in der Höhlung herumtanzen. Hat die Anschwellung der Kugel einen gewissen Grad erreicht, so platzt sie, wobei ein Theil der Körnchen sich frei in die Intrazellularflüssigkeit ergiesst. Das Anschwellen und Zerplatzen der Kugel tritt sofort ein, wenn der Strom dauernd geschlossen bleibt. Eine auffallende aber nur selten eintretende Erscheinung ist die, dass derartige Kugeln sich unter dem dauernden Einfluss des Stroms contrahiren können. Haben Ströme von genügender Stärke eine Zeit lang eingewirkt, so quillt die ganze Masse des Protoplasmas auf und legt sich an den Primordialschlauch an während ihre Körnchen in lebhafte Molekularbewegung gerathen. Mit der folgenden Contraktion des Primordialschlauchs tritt der Tod der Zelle ein und das Protoplasma vertheilt sich als grumiger Körper an dem ersteren, der selber eine grössere Dichtigkeit erlangt hat.

In den Zellen von Vallisneria spiralis und Elodea canadensis sah Velten unter dem Einfluss der Ströme sich aus dem Protoplasma Kugeln bilden die mitunter Chlorophyllkörper einschliessen. Bei Verstärkung des Stroms zerfliessen die Kugeln und die Chlorophyllkörper schwellen oder werden gesprengt. In den Zellen von Cladophora glomer. runden sich die Chlorophyllkörper unter dem dauernden Einfluss eines schwächeren Stroms ab und sie wie die Kugeln verschmelzen bei Verstärkung des Stroms mit einander. Bei weiterer Verstärkung des Stroms nimmt die ganze Masse noch zusehends Wasser auf. Die Chlorophyllkörper werden grösser und heller und die ganze Masse ist dann gegen die Zellflüssigkeit hin nicht mehr scharf kontourirt.

Unter dem Einfluss der Ströme können sich aus dem Protoplasma Kugeln bilden ohne dass eine Wasseraufnahme ersichtlich ist. Hat dagegen eine Wasseraufnahme stattgefunden so quellen Protoplasma und Chlorophyllkörper oder es kommt im ersteren zur Bildung von Vakuolen deren Grössenzunahme durch einen Diffusionsprozess veranlasst wird. Die Grössenzunahme der

Vakuolen findet nicht oder nur in geringerem Grade statt, wenn keine Destruktion des Protoplasma eintritt, da in diesem Falle das letztere nach kurzer Zeit die Fähigkeit wieder gewinnt, das Wasser der Vakuolen herauszupressen. Protoplasma und Chlorophyllkörper gehen durch elektrische Reize in den zähflüssigen Aggregatzustand über; einzelne Partieen können dann, in dieses Stadium eingetreten, zusammenfliessen. Die flüssige oder zähflüssige Beschaffenheit des Protoplasma zeigt sich überhaupt überall dort, wo, wenn auch noch so geringe äussere, künstlich veranlasste oder innere Reize stattgefunden haben. Der durch Reize entstandene zähflüssige Körper muss eine enorme Anzahl verschwindend kleiner fester Partikelchen enthalten, welche durch Zerfallen des Protoplasmagerüstes entstanden sind; hat die Umlagerung derselben nicht einen gewissen Werth überschritten, so tritt die Aneinanderreihung in der ursprünglichen Weise nach Aufhören des Reizes wieder ein.

Die unter dem Einfluss der Ströme verlangsamte oder ganz erloschene Strömung stellt sich nach Kühne in dem der Ruhe überlassenen Staubfadenhaar von Tradescantia nur dann nicht wieder her wenn bereits wahre Molekularbewegung eingetreten ist. (Nach wiederholten von mir gemachten Beobachtungen stellt sich die erloschene Strömung auch dann nicht wieder her, wenn einmal der Kern ein derbes, glänzendes Stroma erhalten hat oder homogen und glänzend geworden ist, Veränderungen die bald schon wenige Minuten nach Unterbrechung der Induktionsströme und Stillstand der Bewegung eintreten, bald erst im Verlaufe von 3 Stunden. Ob diese Veränderungen des Kerns den Eintritt des Absterbens der ganzen Zelle bezeichnen oder ob unter Umständen auch nach Eintreten der ersteren die Strömung sich wieder herstellen kann, muss dahin gestellt bleiben, da die Beobachtungen weder zahlreich genug noch lange genug fortgesetzt waren um darüber Sicherheit zu gewähren.)

Ganz ähnlich den von Kühne und Velten beschriebenen sind die von Brücke[1]) an den Brennhaaren von Urtica urens wahrgenommenen Veränderungen. Wenn das Haar eine kurze Reihe von Schlägen erhält treten aus dem Zellleib wechselnd dicke, an den Enden mit Anschwellungen versehene, in zitternder oder schlängelnder Bewegung begriffene Fäden hervor die mitunter

---

[1]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Bd. 46, II[te] Abth.

wie Raketen aus denselben vorschiessen und daneben bisweilen kolben- und keulenförmige Gebilde. Hat die Einwirkung der Ströme einen gewissen Grad nicht überstiegen, so stellt sich der frühere Zustand in der ganzen Ausdehnung der Zelle oder in dem dickeren Abschnitt derselben wieder her, während die Spitze nach und nach abstirbt. Bei heftiger Einwirkung hört das Fliessen sofort auf, die Körnchen gerathen in Molekularbewegung, im Innern des Zellleibs entstehen Figuren wie von aneinander gedrängten Blasenräumen und seine innere Oberfläche trägt verschieden geformte Excrescenzen die mit ihr durch einen kurzen dünnen Hals zusammenhängen und in denen sich Körnchen herumtummeln. In der bisher völlig klaren Intracellularflüssigkeit treten Gruppen von in Molekularbewegung begriffenen Körnchen auf, die ihre Bewegung verlieren und sich zu Boden senken während zugleich oder schon früher die Bewegung der Körnchen im Zellleib ganz aufhört. Der letztere ist dann abgestorben, bildet eine trübe körnige Masse, die sich von der Wand ablöst und schrumpft.

Bekannt ist, dass einzellige und überhaupt niedere Organismen unter dem Einfluss starker Ströme platzen und zu Grunde gehen; auch Speichelkörperchen sah Brücke unter diesen Umständen bersten.

Nach den Beobachtungen Kühne's werden Amöben durch mässige Induktionsschläge kuglig, fangen aber nach einiger Zeit ihre gewöhnlichen Bewegungen wieder an; sternförmige Hornhautkörper werden spindelförmig, bekommen aber dann ihre frühere Form wieder.

Engelmann[1]) beobachtete, dass bei schwacher Reizung von

---

[1]) Beiträge der Physiologie des Protoplasmas. Pflügers Archiv, Bd. II, 1869.

Bei Prüfung des Verhaltens von Amoeba vulgaris gegen den Einfluss inducirter Ströme fand ich, dass die letzteren auch Veränderungen in der Beschaffenheit der Körpersubstanz hervorrufen, sich verkleinernde und abrundende Amöben erhalten eine zunehmend derber werdende Hülle, die Granulirung ihres Innern wird deutlicher und mitunter verschmelzen die Körnchen zu feinen Fäden und stellenweise zu Netzen. Vorhandene kernkörperchenartige Gebilde treten nicht nur schärfer vor, sondern verändern auch zum Theil ihre Beschaffenheit. Manche vergrössern sich und bekommen ein granulirtes Aussehen während die Granulirung im Innern der sie beherbergenden Vakuole eine weniger dichte wird. In einzelnen Vakuolen scheinen sich Kernkörperchen während des Durchtretens der Ströme

Amoeba diffluens nur Verlangsamung und Wiederbeschleunigung der Bewegungen eintritt; bei mittelstarker Reizung nimmt die Amöbe Kugelgestalt an und die Körnchenbewegung steht still, worauf erst kugelabschnittförmige glashelle Ausstülpungen vortreten und dann die Bewegungen ihren gewöhnlichen Charakter wieder annehmen. Nach starker Reizung behält die Amöbe $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Minuten die Kugelgestalt, worauf seitliche Ausstülpungen vor- und dann die früheren Bewegungen wieder eintreten. Die Reizung wurde bei jedem Versuch durch je einen Oeffnungsschlag bewirkt.

Die Abrundung der Amöben nach elektrischer Reizung lässt sich nach Engelmann durch die Annahme erklären, dass das Protoplasma vorübergehend verflüssigt wird und demzufolge die Kugelgestalt annimmt, aber auch das ruckweise Vortreten von kugelabschnittförmigen Ausstülpungen lässt sich auf eine plötzlich eintretende partielle Verflüssigung der Rindenschicht zurückführen. Ebenso kann man sich vorstellen, dass die continuirliche Vorwärtsbewegung und Körnchenströmung der keulenförmigen Exemplare von Amoeba diffluens zu Stande gebracht wird durch eine

---

erst zu bilden, indem ein auftauchendes glänzendes Korn sich allmählig vergrössert und mit seinem weiteren Wachsthum die Vakuole zum grössten Theil ausfüllt. Eine grössere Resistenz gegen die Einwirkung der Ströme als Amoeba vulgaris besitzt Amoeba agilis. Schwächere Ströme übten überhaupt keinen Einfluss auf ihre Bewegungen aus, bei stärkeren stehen dieselben zwar sofort still, die Amöbe zieht sich zusammen und rundet sich ab, beginnt aber sofort sich von Neuem in der früheren Weise zu bewegen. Auf wiederholtes Einleiten der Ströme rundet sich die Amöbe wieder ab und die Bewegungen beginnen zwar auch jetzt von Neuem, aber es werden keine kolbigen Fortsätze mehr vorgetrieben sondern es bilden sich nur an verschiedenen Stellen des Umfangs Vorwölbungen die sich wieder abflachen bis bei länger fortgesetzter Einwirkung der Ströme die Bewegungsfähigkeit ganz erlischt. Sowohl bei Amoeba vulgaris als bei Amoeba agilis schnürt sich mitunter bei Eintritt der Ströme ein kugelförmiger Plasmaklumpen vom Körper ganz oder theilweise ab, der mit dem letzteren wieder verschmelzen kann. — Spontan eintretende Veränderungen der Körpersubstanz von Amoeba vulgaris wurden nur in beschränkter Ausdehnung beobachtet, so das Körnigwerden der Hülle von Vakuolen, das Körnigwerden von in Vakuolen eingeschlossenen kernkörperchenartigen Bildungen und ihr Homogenwerden wenn sie körnig waren. Es sind demnach diese Veränderungen den nach Einwirkung der Ströme eintretenden analog, entwickeln sich aber langsamer und sind desshalb weniger auffallend.

continuirliche Verflüssigung des am Vorderende gelegenen Protoplasmas. Dass die Ausstülpungen und Ausläufer des Protoplasma, in welche die Körnchen einströmen nicht, wie man früher annahm, in Folge einer aktiven Contraktion der Rindenschicht entstehen, wodurch das im Innern gelegene Protoplasma unter höheren Druck versetzt und nun an den Stellen des geringsten Widerstands herausgepresst würde, hat schon Hofmeister schlagend bewiesen. Den Beweis liefert die leicht zu bestätigende Thatsache, dass erst die Ausstülpungen sich bilden und dann nachträglich die Körnchen in sie einströmen. Die Körnchen kommen dabei um so später in Bewegung je weiter sie vom Ziel der Strömung entfernt sind: die Körnchenbewegung greift rückwärts um sich.

Auf Reizung von Actinophrys Eichhornii durch Induktionsschläge werden nach den Beobachtungen von Kühne die Pseudopodien zurückgezogen und das Thier wird kuglig. Wenn die Fortsätze wieder vorgetreten sind werden sie auf erneute Reizung abermals zurückgezogen und in beiden Fällen platzen einige der Blasen der Oberfläche. Diese Bewegungen dürfen als Protoplasmacontraktionen aufgefasst werden. — Bei Einleiten des constanten Stroms nimmt der dem +Pol zugekehrte Rand des Thieres durch Einschmelzen eine halbmondförmige Gestalt an. Die Blasen beider Ränder beginnen mit einem plötzlichen Ruck zu zerplatzen aber nur am +Pol schreitet der Vorgang während der Dauer des Stroms weiter. Beim Schluss der Kette werden die Pseudopodien zurückgezogen.

Durch Kistiakowsky[1]) und Engelmann[2]) ist nachgewiesen worden, dass unter Einwirkung constanter und unterbrochener Ströme die Flimmerbewegung beschleunigt wird und von Engelmann sind die Reizwirkungen einer genauen Analyse unterzogen und ist das Gesetzmässige in ihrem Eintritt festgestellt worden. Nur durch einen äusserst starken elektrischen Schlag kann die Bewegung verlangsamt oder unter Zerstörung der Zellen sistirt werden. Dasselbe geschieht bei längere Zeit fortgesetztem Tetanisiren mit starken Wechselströmen.

Heidenhain[3]) sah nach kräftigen Induktionsschlägen die

---

[1]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften 1865.

[2]) Centralblatt der medic. Wissenschaften 1868.

[3]) Studien des physiolologischen Instituts zu Breslau, 2tes Heft, 1863.

Zellen vom Hyalinknorpel des Frosches sich verkleinern, unregelmässig gestalten und ganz oder theilweise von der Wand ablösen; eine Rückkehr in den früheren Zustand wurde nicht beobachtet.

Sehr empfindlich gegen die Einwirkung der Ströme sind nach Rollett[1]) die Knorpelzellen von Tritonen. Es genügt ein einziger Schlag um die Zellen zur Zusammenziehung zu veranlassen, die plötzlich, wie die Zusammenziehung eines quergestreiften Muskels erfolgt. Gleichzeitig werden die Zellen dunkler und grob granulirt, ihre Oberfläche höckerig. Eine Rückkehr in den früheren Zustand wurde auch von Rollett nicht beobachtet.

Die Veränderungen, welche die Epithelien der Schleimdrüsen der Froschhaut unter dem Einfluss direkter oder indirekter elektrischer Reizung erfahren sind von Engelmann[2]) und von Stricker[3]) untersucht worden.

Die Drüsenepithelien enthalten nach Engelmann bis 0,001 Mm. grosse Körnchen die in Wasser, sehr verdünnter Essig- und Salzsäure und in Alkalien rapid quellen. Nahe dem Grunde befindet sich ein wasserklarer Kern mit centralem Kernkörperchen. Die oberflächliche Zellschicht ist sehr viel stärker lichtbrechend als der übrige Zellkörper und ist nach Innen nicht scharf abgegrenzt. Die Zellkontouren und die Form des Lumens unterliegen in Folge der Bewegungen der Zellen fortwährenden Aenderungen. Jeder einigermassen kräftige Induktionsschlag ruft eine Contraktion hervor die ganz in der nämlichen Weise verläuft wie bei Reizung der Drüse vom Nerven aus oder bei direkter Reizung einer des Nerveneinflusses nicht beraubten Drüse. Durch fortgesetzte intermittirende Reizung wird ein tetanischer Zustand herbeigeführt, in welchem das Lumen der Drüse ganz verschwunden sein kann. Nach $\frac{1}{2}$—1 Minute weichen die Epithelzellen wieder von einander und es bildet sich schnell ein weites Lumen; bereits nach wenigen Minuten können sich die Drüsen zu ansehnlichen runden Blasen entfaltet haben. — Bei der Contraktion sind in erster Reihe die Muskelfaserzellen betheiligt die bei der Zusammenziehung sichtlich an Dicke, oft um das Doppelte und mehr

---

[1]) Stricker, Handbuch der Histologie.

[2]) Die Hautdrüsen des Froschs. Pflüger's Archiv der Physiologie, Bd. V u. VI.

[3]) Stricker und Spina, Untersuchungen über die mechanischen Leistungen der acinösen Drüsen. Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Bd. 80; 3te Abtheilg.

gewinnen. Eine geringgradige Schwellung der Epithelien begleitet wahrscheinlich jede Contraktion, in bestimmten Fällen aber kommt der Verschluss des Lumens in der Hauptsache, wo nicht ganz, durch Quellung der Epithelien zu Stande. Solche Pseudocontraktionen entstehen in den ersten Minuten nach Einwirkung von 0,5 proc. Kochsalzlösung und nach Reizung durch Ammoniak, Aether und Chloroform. Der Mechanismus der Sekretion erweist sich als ein höchst einfacher Complex physikalischer Vorgänge: eine eigenthümliche, zu Muskelfasern umgebildete Art von Drüsenepithelien bewirkt mittelst ihrer elektromotorischen Kräfte eine continuirliche Flüssigkeitsströmung aus dem umgebenden Gewebe in die Drüsenhöhle hinein und sorgt zugleich durch ihre contraktilen Kräfte von Zeit zu Zeit für Ausstossung des angesammelten Sekrets.

Nach der Auffassung Stricker's ist dagegen die Aufnahme von Flüssigkeit in die Zellen nur ein die Vergrösserung derselben begleitender secundärer Vorgang. In den Drüsen der Nickhaut vergrössern sich während der Reizung nicht blos die Zellen sondern auch die Kerne und wenn nach Aufhören der Reizung die Zellen zu ihrem früheren Zustande zurückkehren und sich verkleinern, verkleinern sich auch oft ihre Kerne wieder, kehren aber nur selten in der ganzen Cirkumferenz gleichmässig auf ihre frühere Lage zurück. Die gleichen Vorgänge treten ein, wenn die Drüsen der Schwimmhaut vom Ischiadicus aus gereizt werden. — Bei Anwendung einer starken Vergrösserung zeigt sich, dass die Drüsenzellen eine ähnliche Zeichnung besitzen wie die Drüsenzellen des Pankreas. Sie werden von einer Reihe dunkler, gegen das Centrum des Drüsenraums gerichteter, zuweilen aber unregelmässig angeordneter Streifen durchsetzt die der Ausdruck von Fäden oder Stäbchen zu sein scheinen. In der ruhenden Zelle erfährt diese Zeichnung allmählige, wenn auch äusserst langsam sich vollziehende Aenderungen die denen in grob granulirten farblosen Blutkörpern und im Kerngerüst jugendlicher Zellen ähnlich sind. Unter dem Einfluss der Ströme ändern die Streifen ihre gegenseitige Lage, werden dicker oder dünner, entfernen oder nähern sich gegenseitig, werden in Stücke zerrissen, während andererseits neue Streifen auftauchen. Ueberblickt man die ganze Zelle, ohne gerade einen Theil ihrer inneren Zeichnung näher ins Auge zu fassen, so sieht man, dass die ganze Masse ins Fliessen geräth, die Zellen schieben sich vor bis der Acinus gefüllt ist. Gestützt auf diese Beobachtungen

hält Stricker die Annahme, dass die Vergrösserung der Zellen die Folge einer Diffusion sei, für sehr unwahrscheinlich, es erfahren vielmehr durch die Nervenerregung nur vitale Prozesse die schon unabhängig von der Diffusion zu Stande kommen, eine Steigerung. Die Vergrösserung der Zellen ist der primäre Vorgang und die Einsaugung von Flüssigkeit die sich nothwendig an eine Zellvergrösserung knüpft sekundär und nur eine Folge der Bewegung. Stricker fasst seine theoretischen Anschauungen dahin zusammen: Auf den Nervenreiz entleert die Drüse ihr Sekret und ladet sich zugleich mit neuer Flüssigkeit aus ihren Bezugsquellen. Diese doppelte Leistung wird einerseits durch die Einschrumpfung der äusseren Kontouren, durch die Contraktion des Acinus und andererseits dadurch aufgebracht, dass die sich vergrössernden Zellen den Inhalt des Acinus vor sich hertreiben, während sie sich von Aussen füllen. Wenn der Nervenreiz nachlässt kehren die Zellen auf ihren früheren Zustand zurück, sie contrahiren sich und entleeren ihre Ladung in den Drüsenacinus. Während der Dauer des Reizes werden also die Zellen geladen; nach dem Reize geben sie ihre Ladung her, um damit den Drüsenraum zu laden. Hypothetisch bleibt dabei die Annahme, dass die Ladung von Aussen her durch die Grenzmembran erfolgt.

Nussbaum [1]) constatirte, dass nach wiederholter elektrischer Reizung eines Argulus mit der Entleerung des Drüsensekrets die Granula in den einzelligen Drüsen geschwunden sind und das gelbliche Aussehen der letzteren einem durchsichtigen Platz gemacht hat. Nach einer Ruhepause von 3 Tagen hatte sich das Sekretionsmaterial wieder völlig neugebildet. — Ebenso wurde durch elektrische Reizung der Schleimdrüsen in der Haut von Salamandra mac. eine Entleerung des Schleims bewirkt, die schleimigen Köpfe der Zellen verflüssigt und entleert. Die Kerne der Zellen wurden nach der Reizung grösser.

Bei den eben angeführten Beobachtungen werden im einfachsten Fall, bei mässiger Intensität und vorübergehender Einwirkung der Ströme, nur die Bewegungen der Zellen beeinflusst ohne gleichzeitig eintretende nachweisliche Strukturveränderungen derselben, die Amöben ziehen sich zusammen um dann das Spiel ihrer Bewegungen wieder zu beginnen, sternförmige Hornhautkörper werden spindelförmig, nehmen aber ihre frühere Form wieder an, die Flimmerbewegung wird beschleunigt, Protoplasmaströmun-

[1]) l. c.

gen werden verlangsamt. Dass dagegen eine fortgesetzte Einwirkung der Ströme nicht blos die Bewegungen beeinflusst sondern auch Veränderungen im Innern von den Reiz überlebenden Zellen hervorruft zeigen die an Zellen mit strömendem Plasma, und an Drüsenzellen gemachten Beobachtungen.

Die Veränderungen welche in den von mir auf ihr Verhalten zu inducirten Strömen geprüften Zellen eintreten tragen zum Theil denselben Charakter wie die spontan in Zellen derselben Art sich entwickelnden, entwickeln sich aber rascher als die letzteren oder betheiligen gleichzeitig auch eine grössere Anzahl von Formelementen und treten desshalb auffallender vor.

Aber auch in den im Folgenden aufgeführten Fällen wo unter oder nach Einwirkung der Ströme Veränderungen entstehen deren spontaner Eintritt in Zellen derselben Art nicht oder nur ganz ausnahmsweise beobachtet wurde, sind dieselben doch Veränderungen analog oder ähnlich die in Zellen anderer Art sich spontan entwickeln.

Unter den Krebsblutkörpern zeigen nur die, welche ganz aus einem Reiserwerk verästelter Fäden bestehen auf inducirte Ströme ein wesentlich anderes Verhalten als unter gewöhnlichen Verhältnissen, indem unter dem Einfluss der Ströme das fädige Stroma zunächst schwindet und dann ein Kern sich aus einem Theil des Plasmas entwickelt, während gleichzeitig aus dem übrigen Plasma sich von Neuem Körnchen und kurze und feine Fäden differenzieren; ebenso wurde auch in kernlosen Leukocyten des Salamanderbluts die Bildung von Kernen unter dem Einfluss der Ströme nach Verflüssigung des körnig-fädigen Zellstromas beobachtet. In beiden Fällen hat die Bildung eines grossen, scharf gezeichneten, glänzenden Kerns mit derber Membran und mit derben Stromatheilen in Zellen, die keine Spur eines solchen, sondern in ihrer ganzen Ausdehnung nur ein körnig-fädiges Stroma erkennen liessen, etwas sehr überraschendes, indessen ist dabei zu berücksichtigen, dass der Kern zwar seiner Form nach ein vom übrigen Zellinhalt ganz verschiedenes Gebilde darstellt, aber sehr wahrscheinlich aus derselben Substanz besteht, die sich in dem ihn umgebenden Plasma spärlicher in Form einzelner Körnchen und Fäden verdichtet hat, während sie im Stroma und in der Hülle des Kerns derbere, dichter gelagerte und vielfach zusammenhängende Formelemente bildet. So sind auch in den Froschleukocyten, wo sich die Theile des Kerns schon spontan aus ver-

schmelzenden Plasmakörnchen bilden, die Kerne ihrer Entstehung nach den Wandungen der Vakuolen wie den einzelnen aus Verschmelzung feinerer Körnchen hervorgegangenen derberen Körnchen und Fäden gleichwerthige Bildungen.

In den Leukocyten des Froschbluts wurde nach $^1/_2$—2 Minuten lang fortgesetzter Einwirkung der Ströme mitunter eine Sonderung der Kernwand zu spangenförmigen, sich allmählich abrundenden Gebilden und die Bildung ähnlicher Körper auch im Kerninnern und im Innern des Zellkörpers beobachtet. Nach Schwund derselben kam es mitunter zum Wiedereintritt von amöboiden Bewegungen. Andere Male verdichtet sich die Kernhülle so beträchtlich, dass von der ursprünglichen Lichtung nur eine kleine Höhle übrig bleibt. Da die Membran sich auch spontan zu Körnchen sondern und, wenn auch nicht sehr beträchtlich, verdicken kann, handelt es sich hier nur um die längere Dauer und grössere Intensität von Vorgängen die ihrer Natur nach den sich schon spontan entwickelnden ähnlich sind. — In den derb granulirten, wenig beweglichen Leukocyten treten unter dem Einfluss der Ströme Kerne vor, an deren Stelle vorher nur blass granulirte Substanz sichtbar war.

Die homogenen, blassen Kerne der farbigen Zellen vom Frosch und Salamander erhalten ein Stroma und eine Hülle; die letztere verdickt sich in den Froschblutkörpern mitunter sehr beträchtlich oder es schwindet mit ihrer Dickenzunahme die Kernlichtung schliesslich ganz. In frischen Blutpräparaten von Fröschen und Salamandern finden sich dagegen farbige Zellen deren Kern ein deutliches Stroma mit Hülle besitzt, nur ganz vereinzelt. Es zeigen somit die homogenen Kerne der farbigen Blutkörper dieser Thiere ein ähnliches Verhalten wie die Kernanlagen der Krebsblutkörper; beide wandeln sich unter dem Einfluss der Ströme in Kerne mit deutlichem Stroma und Hülle um, in den Frosch und Salamanderblutkörpern tritt aber diese Umwandlung spontan nur ausnahmsweise, in den Krebsblutkörpern dagegen regelmässig ein.

Homogene Kerne aus der Epidermis eines jungen Froschs erhielten eine deutliche Hülle und ein deutliches Stroma; der spontane Eintritt dieser Umwandlung wurde nicht beobachtet, indessen kann nicht wohl ein Zweifel darüber bestehen, dass die gleichzeitig vorhandenen Kerne mit deutlicher Hülle und Stroma sich in ähnlicher Weise spontan differenzirt haben, wie es die homogenen Kerne unter dem Einfluss der Ströme thun.

In den Flimmerepithelien der Froschrachenschleim-

haut wird die Granulirung des Zellkörpers unter dem Einfluss der Ströme schärfer und nimmt mitunter ein netzförmiges Aussehen an, während sie spontan ihre Beschaffenheit nicht merklich ändert.

Die blassen Kerne der Alveolarepithelien und der Zellen des Sternalknorpels junger Kröten werden erst unter dem Einfluss der Ströme glänzend, während die Kerne der Froschleukocyten vorübergehend schon spontan ein glänzenderes Aussehen annehmen, wie es in ausgesprochenerer Weise und dauernd bei den blassen Kernen der Krebsblutkörper der Fall ist.

Die Körnerhaufen in den Zellen der Körnerdrüsen vom Frosch verblassen mitunter und verschmelzen zu homogener oder fein granulirter Substanz, während Kerne mit deutlicher Hülle und Stromatheilen vortreten; ein ähnliches Verhalten zeigen die Körnerhaufen und Kerne in den Entodermzellen von Hydra, dagegen erfolgt hier die Verflüssigung der Körner regelmässig, rasch und schon bei Anwendung schwächerer Ströme. Dass die Körner in den genannten Zellen vom Frosch und von Hydra sich auch spontan unter Umständen verflüssigen, wird nach den Beobachtungen an den Körnern der Krebsblutkörper, der Blutkörper der Wasserassel und der körnerhaltigen Zellen in der Rachenschleimhaut junger Kröten wahrscheinlich.

In den blass und fein granulirten Blutzellen der Puppe von Dasichyra pudibunda werden durch die Ströme die Körnchen des Plasma's und des Kerns deutlicher und schärfer und kernlose, vorwiegend aus derberen, mattglänzenden Körnchen bestehende Blutkörper verblassen zunächst, worauf in ihnen mit zunehmender Deutlichkeit ein Kern vortritt, der von einer äusserst zart granulirten Plasmaschicht umgeben wird.

Bei den Veränderungen der Zellen durch die Ströme handelt es sich theils um nachweisliche Aenderungen ihrer Beschaffenheit, theils aber um die grössere oder geringere „Reizbarkeit“ des zu amöboiden Bewegungen befähigten Hyaloplasmas, wie sie namentlich an den Frosch- und Krebsblutkörpern in sehr auffallender Weise vortritt und sich in dem raschen oder langsamen Einziehen der Fortsätze oder in dem Unverändertbleiben derselben ausspricht. Die Aenderungen in der Beschaffenheit des Zellkörpers dokumentiren sich in den verschiedenen Zellen in wechselnder Weise, durch Differenzirung homogenen Plasmas zu körnigem oder netzförmigen, durch Verflüssigung vorhandener Körner, Körnchen und Fäden mit oder ohne nachträgliche Differen-

zirung von Körnchen, Fäden und Netzen aus dem verflüssigten Material, durch Deutlicher- oder auch Glänzenderwerden von Körnchen und Fäden, durch Verdickung und Verschmelzung derselben zu neuen Formelementen, zur Bildung der Hülle von Vakuolen, der Hülle und des Stromas ganzer Kerne, während in anderen Zellen Kerne sich erst nach Verflüssigung des fädigen Zellstromas aus der homogenen Zellsubstanz entwickeln; Kernanlagen und homogene Kerne erhalten ein blasses oder glänzendes Stroma und auch das blasse Stroma wandelt sich bei fortgesetzter Einwirkung der Ströme meist in ein glänzendes um, Hülle und Stromatheile verdicken sich in den Kernen mancher Zellen, sondern sich in anderen zu Körnchen. Alle diese Veränderungen gehen zwar im Allgemeinen rascher als die entsprechenden, sich spontan entwickelnden, aber doch mit zum Theil sehr wechselnder Schnelligkeit vor sich. Die spontan eintretenden Veränderungen weisen darauf hin, dass der ganze geformte und ungeformte Zellinhalt stetigen Veränderungen unterliegt, die sich bald sehr allmählig, bald rasch, und, je nach der besonderen Beschaffenheit der Zellen in wechselnder Weise vollziehen. Durch die Einwirkung inducirter Ströme werden nun, wenn dieselben nicht bei längerer Dauer oder starker Intensität den Tod der Zellen herbeiführen, in denselben nicht sowohl neue und von den unter dem Einfluss der in der lebenden Zelle thätigen Kräfte zu Stande kommenden ganz verschiedene Veränderungen hervorgerufen, sondern es wird vielmehr durch die Ströme entweder nur der Anstoss zum Eintritt und rascheren Ablauf von Vorgängen gegeben, die in der gleichen oder in ähnlicher Weise sich auch spontan entwickeln oder es laufen die Vorgänge nicht nur rascher, sondern auch mit gesteigerter Intensität ab, bewirken auffallendere Veränderungen, oder sie werden in der einen oder anderen Weise modificirt. Die grössere oder geringere Leichtigkeit, mit welcher Aenderungen in der Beschaffenheit der Zellen unter dem Einfluss der Ströme zu Stande kommen, lässt somit darauf schliessen, dass die sich verändernden Theile schon gewisse Aenderungen ihrer molekularen Beschaffenheit erfahren haben, die sich nicht durch ihr Aussehen, wohl aber durch ihr Verhalten gegenüber inducirten Strömen dokumentiren. Schon im Verhalten der Kernanlagen und der homogenen Kerne zu den letzteren treten sehr merkliche Verschiedenheiten hervor, viel auffallender sind dieselben dagegen an den Körnern der Blutkörper vom Krebs und der Wasserassel, an den Körnern der Körnerhaufen in der Rachenschleimhaut und in den Zellen der

Körnerdrüsen wie an den Körnern der Entodermzellen von Hydra. So kommt es, wie oben erwähnt wurde, vor, dass im Krebsblut von zwei dicht nebeneinander liegenden Körnerzellen sich die eine unter dem Einfluss der Ströme rasch und vollkommen umbildet, die andere dagegen auch bei wiederholtem Einleiten derselben nicht.

Die Verflüssigung der Körner setzt immer einen bestimmten Gehalt derselben an Imbibitionswasser voraus, wie dies aus dem Ausbleiben der Vakuolenbildung und der Verflüssigung überhaupt nach Zusatz von concentrirter Chlornatrium- oder Zuckerlösung zum Blut hervorgeht. Dass aber der Verflüssigung der Körner nicht nothwendig eine weitere Aufnahme wässriger Flüssigkeit vorauszugehen braucht, geht daraus hervor, dass der Vakuoleninhalt eines bei der Vakuolisirung nicht vergrösserten Korns mitunter wieder solid wird, um sich dann von Neuem zu vakuolisiren. Dagegen setzt die nach Vermischung des Körner- und Körnchenplasmas mit dem Hyaloplasma häufig zu Stande kommende beträchtliche Volumenszunahme der Zellen, ebenso die Volumenszunahme welche die Körnerzellen im Entoderm von Hydra und die in der Rachenschleimhaut von jungen Kröten beim Zerfliessen der Körner erfahren, eine Aufnahme wässriger Flüssigkeit in die Zelle voraus. — Wenn Körner und Körnchen sich nach oder bei ihrer Verflüssigung an Bildung des Kerns betheiligen, erfährt ihre Substanz jedenfalls erheblichere und dauernde Veränderungen; ob dies auch der Fall ist bei der nachträglichen Ausscheidung feiner Körnchen aus dem Körner- und Körnchenplasma sich zusammenziehender Zellen, muss dahingestellt bleiben. Eine sehr rasche Wiederausscheidung von unter dem Einfluss der Ströme verflüssigter Substanz wurde von mir in den Epidermis- und Mesophyllzellen von Sanseviera carnea beobachtet, indem hier Plasmakugeln und Körner unmittelbar nach Einleiten der Ströme zerflossen um sich gleich darauf wieder zur Bildung zierlicher Netze zu verdichten. Die Bildung von Vakuolen in der feinkörnigen oder homogenen Substanz, in welche sich die Körnerhaufen aus der Rachenschleimhaut junger Kröten umwandeln, lässt sich ebensowohl auf eine in beschränkter Ausdehnung zu Stande kommende Verflüssigung von Kornsubstanz als auf die Aufnahme wässriger Flüssigkeit von Aussen und ihre ungleichmässige Vertheilung beziehen, ausserdem ist aber noch die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, dass das vorhandene plastische Material sich zur Bildung festerer Formelemente verdichtet und eine wasserreichere Flüssigkeit zurücklässt, wie es in ähnlicher Weise der

der Fall ist bei Differenzierung des Stromas und der Hülle von Kernen aus homogenen Kernanlagen und wahrscheinlich auch bei Bildung der Vakuolen in Leukocyten vom Froschblut. Da bei vakuolisirten Körnern der Krebsblutkörper die die Vakuole unmittelbar umschliessende Schicht der fest gebliebenen Kornsubstanz ein stärkeres Brechungsvermögen besitzt als die übrigen, peripheren Theile der letzteren, scheint es sich auch hier bei der Vakuolenbildung um eine Sonderung der Kornsubstanz in dichtere und in flüssige Theile zu handeln, die dichter gewordenen Theile sind aber keine stabilen Bildungen wie das Stroma, welches sich aus Kernanlagen oder aus homogenen Kernen entwickelt, sondern verflüssigen sich früher oder später ebenfalls.

Da die durch die Ströme bewirkten Veränderungen sich häufig schon nach einem oder nach wenigen Oeffnungsschlägen und in der gleichen Weise in der Nähe der Elektroden, wie zwischen denselben entwickeln, lassen sich die ersteren natürlich nicht als elektrolytische Vorgänge in der gewöhnlichen Bedeutung des Worts auffassen, sondern nur als die Folge des direkten Einflusses, welchen die Ströme auf die molekulare Beschaffenheit leicht veränderlicher, der lebenden Zelle angehöriger Körper ausüben. Die bei Einwirkung der Ströme entstehende Temperatursteigerung scheint sich rasch so weit auszugleichen, dass sie nicht im Stande ist, die durch die Ströme bewirkten Veränderungen wesentlich zu modificiren; die wiederholt an Krebsblutkörpern angestellten Beobachtungen über den Einfluss erhöhter Temperatur ergaben, dass durch die letztere die spontan eintretenden Um- und Neubildungen entweder nicht erheblich verändert oder verlangsamt und in einer Weise modificirt werden wie es nach Einleiten der Ströme nie der Fall ist, auch dann nicht, wenn es des einige Zeit fortgesetzten Durchtretens derselben bedurfte, um die Veränderungen hervorzurufen. Mit dem Eintritt einer Wärmestarre ist der während oder auch nach fortgesetztem Einleiten der Ströme nachweisbare Wechsel in den Erscheinungen, die Bildung und Rückbildung von Formelementen wie sie in den Froschleukocyten, namentlich in deren Kernen in auffallendster Weise vortritt, schlechterdings nicht vereinbar.

Die aus Kernanlagen, homogenen Kernen oder aus Zellplasma nach Verflüssigung seines fädigen Stromas unter dem Einfluss der Ströme entstandenen Kerne mit deutlichem, mehr oder weniger glänzenden Stroma und Hülle gleichen meist so vollständig den in anderen Zellen präexistirenden Kernen, dass sich unterscheidende

Merkmale zwischen den letzteren und den ersteren überhaupt nicht angeben lassen; nur in den Leukocyten von Salamandra mac. waren die unter dem Einfluss der Ströme gebildeten Kerne mitunter durch die ungewöhnliche Derbheit von einzelnen Stromatheilen und der Hülle ausgezeichnet, aber auch hier bot der ganze Körper unzweifelhaft das Bild eines Kerns dar. Es kann unter diesen Umständen, wenn man überhaupt im Stande ist, körnige Eiweissgerinnsel von Kernen zu unterscheiden, nicht die Frage aufgeworfen werden, ob die unter Einwirkung der Ströme im Innern der Zelle entstandenen Körper Kerne sind oder nicht, sondern nur ob sie leben oder lebensfähig sind, worüber sich kaum eine Entscheidung treffen lässt, wenn weder sie selbst, noch die ganzen Zellen weitere Veränderungen erfahren, die unzweifelhaft als Lebenserscheinungen aufgefasst werden müssen, wie es bei den Froschleukocyten der Fall ist.

XI. Ueber Kern- und Plasmastrukturen.

Die in wechselnder Zahl im Krebsblute enthaltenen freien, zum Theil ziemlich grossen Kerne, sowie die, welche nur von einer schmalen, Körner und Körnchen nicht einschliessenden Schicht Hyaloplasma umgeben sind, erweisen sich als sehr günstige Objekte zur Untersuchung der wechselnden Beschaffenheit der Kernmembran und ihrer Beziehungen zum Kernstroma, da ihre Theile scharf vertreten und es sich zweifellos um lebende Kerne und Zellen handelt. Die freien Kerne gestatten ausserdem bei langsamer Rotation und fixirte Zellen beim Hin- und Herflottiren eine Vergleichung der verschiedenen Durchschnittsbilder eines und desselben Kerns.

Die Kernhülle hat bis auf die jüngste Zeit auch Seitens der Forscher, welche sich speciell mit der Struktur des Kerns und der Zelle beschäftigt haben, keine eingehendere Berücksichtigung erfahren, da sonst ihre Lücken und ihre Verbindungen sowohl mit dem Kernstroma als mit den Formelementen des Zellplasma schon früher hätten auffallen und die Vermuthung nahe legen müssen, dass sie in vielen Fällen eine Bildung darstellt, die aus denselben Elementen besteht wie das Kernstroma und nur wegen der dichteren Auseinanderlagerung der Theile und bei ungenauer Untersuchung als eine vollständig geschlossene Membran angesehen werden konnte. Dass die Kerne eine solche

bläschenförmige und vom geformten Zellinhalt differente Hülle jedenfalls nicht alle besitzen, hatte ich schon vor geraumer Zeit zunächst aus den Befunden an den Kernen von Ganglienzellen [1]) und an den Kernen von grau degenerirten Rückenmarkspartien [2]) geschlossen, da ich sehr feine und zum Theil auch derbere Fäden aus dem Kerninnern austreten und in Körnchen des Protoplasma auslaufen, in degenerirten Rückenmarksabschnitten mitunter durch weitere Kernlücken sich direkt in neugebildete, aus protoplasmatischen Theilen entstandene Bindegewebsfibrillen fortsetzen sah. Ganz entsprechende Befunde erhielt ich dann an den Kernen unveränderter Gliazellen, an den „Körnern" des Gehirns und Rückenmarks, den Kapillarkernen, den Kernen der Zellen des Nabelstrangs, des hyalinen Knorpels, des Periosts, des osteogenen und des Knochengewebes, der Epithelien, der Mundschleimhaut und der Zellen des Epithelialkrebses. Es hatten diese Beobachtungen, wie die über den Abgang von Fäden von den Kernkörperchen und der weitere Nachweis, dass benachbarte Körnchen im Kern und benachbarte Körnchen im Zellkörper auch häufig untereinander durch feine Fäden verbunden werden, die Frage nahe gelegt **„ob nicht die Körnchen des Kerns und die des Zellplasma die Knotenpunkte eines ausserordentlich feinen Netzes unter sich verbundener Fasern bezeichnen, so dass von den aus dem Kern tretenden Fasern der bei Weitem grösste Theil nur die Verbindung zwischen den im Kern und den im Zellkörper enthaltenen, unter sich ebenfalls zusammenhängenden Körnchen herstellen, selbst also nur einen Bestandtheil dieses Fasernetzes bilden würde, von dem dann wieder einzelne Fasern frei abtretend die Zelle verlassen"** [3]).

---

[1]) Virchow's Archiv, Bd. XXXI, XXXII u. XXXIII.

[2]) Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarks, II. Theil, Jena 1867, S. 87 u. 122.

[3]) Ebenda S. 29. Bei Besprechung der Literatur giebt Flemming in seinem neuen Werk (S. 13) an, dass die von mir beschriebenen Fasern und Stränge sich nicht decken mit dem was später von Heitzmann, Klein, Kupffer, Flemming und mir selbst als Plasmastruktur beschrieben worden ist. Dagegen geht aus dem Wortlaute wie aus dem Inhalte meiner 7 Jahre vor denen Heitzmann's publicirten Angaben auf das Unzweideutigste hervor, dass meine früheren Befunde sich völlig mit meinen späteren decken, während Flemming Anfangs überhaupt nur das derbere Kernstroma, erst später feine Kernnetze und zuletzt auch Strukturen im Zellkörper wahrgenommen hat, bezüglich deren ich ihm in wesentlichen Punkten nicht beistimmen kann. Die früher von mir wahrgenommenen Struk-

Dass die wahrgenommenen Bildungen präformirte seien, schloss ich zunächst aus dem Umstand, dass die Kernkörperchen wie die Körnchen des Kerns und des Zellplasmas entweder den Ausgangs- oder Endpunkt feiner Fäden bildeten oder durch dieselben verbunden wurden und dass in dieser Beziehung Zellen verschiedener Gewebe ein ganz analoges, auf typische und gesetzmässige Strukturverhältnisse hinweisendes Verhalten darboten; es ragten ferner an zufällig beim Zerzupfen der Gewebe isolirten Kernen die aus den letzteren austretenden, aus ihren Verbindungen gelösten Fäden wie sehr feine glatte Borsten frei vor und dazu kam der weitere Nachweis von die Zelle verlassenden Fäden, die, wie an den Glia- und Ganglienzellen an ihren freien, resp. aus weiteren Verbindungen ausgelösten Enden wieder ein Körnchen trugen, oder, wie an den Knorpel- und Knochenzellen sich in die Grundsubstanz einsenkten und mit einem feinen, dieselbe durchziehenden Fadensystem in Verbindung zu treten schienen. Auch an den Kapillaren der grauen Substanz waren frei von ihnen ab-

---

turelemente sind theils Bruchstücke von Netzen, relativ derbe, am Anfang und Ende gekörnte Netzfäden, theils etwas stärkere, faserige oder strangförmige Bildungen. Die gekörnten Fäden fand ich vereinzelt innerhalb der Zelle, hie und da aber auch miteinander verbunden, gegliedert, und vermuthete nun, dass auch die Körnchen zwischen denen Verbindungsfäden nicht sichtbar waren, doch durch ähnliche, aber feinere und deshalb bei der angewandten Vergrösserung unsichtbare Fäden zusammenhängen möchten. Ich untersuchte desshalb einzelne Objekte mit einem im Besitz von Prof. Frankenhäuser befindlichen Immersionssystem von Hartnack und da ich meine Vermuthung bestätigt fand, zahlreichere Verbindungsfäden zwischen den Körnchen wahrnahm, konnte ich meine Ansicht über die Deutung dieser Strukturverhältnisse als eine genügend begründete ansehen. So wenig man nun im Zweifel sein kann über das was man unter einem Protoplasmakörnchen versteht und feinen Fäden oder feinen Fasern die einzelne oder zahlreichere solcher Körnchen untereinander verbinden, ebensowenig kann es zweifelhaft sein, dass meine früheren und meine späteren Befunde sich decken. Ebenso stimmen meine früheren und späteren Angaben bezüglich des Vorhandenseins einzelner derberer Fasern oder Stränge im Kern und in der Zellsubstanz überein, ich habe auf dieselben in neuerer Zeit bei Besprechung der Strukturen in den Knorpelzellen und in den Epidermiszellen des Hühnchens ausdrücklich aufmerksam gemacht und hervorgehoben, dass sie mitunter Verbindungen eingehen, sich spalten oder mit feineren Fäden zusammenhängen. Bezüglich der Bezeichnung Fasern und Fäden bemerke ich, dass ich früher meist zwischen feinen und derberen Fasern unterschieden, später dagegen die feineren Gebilde als Fäden, die derberen als fädige Stränge oder als Fasern bezeichnet habe.

tretende sehr feine Fäden sichtbar die mitunter aus den Kernen ihrer Wandung, häufiger aus den Körnchen (Knotenpunkten) eines sehr feinen, die letztere in ihrer ganzen Ausdehnung durchziehenden, stellenweise gitter- oder netzförmigen Fadensystems entsprangen.

Ich habe diesen Befunden von Anfang an desshalb eine besondere Wichtigkeit beigelegt und habe wiederholt in meinen Arbeiten wie im persönlichen Verkehr auf dieselben aufmerksam gemacht, weil ich sehr bald die Ueberzeugung erlangt hatte, dass es sich dabei nicht um gelegentliche Befunde von untergeordnetem Interesse, sondern um Strukturverhältnisse handelt die von allgemeiner und fundamentaler Bedeutung für die Morphologie und Biologie der Zellen sind, eine Voraussicht die sich in umfassender Weise bestätigt hat, da der Nachweis der ersteren in der Folge von Anderen und von mir nicht nur für Zellen der verschiedenen Gewebe von Wirbelthieren und zum Theil auch von Wirbellosen, sondern von mir zuerst auch für das Körnerplasma, die Kerne und Chlorophyllkörper aus den lebenden Zellen der Blätter einer Anzahl Blüthenpflanzen geliefert worden ist.

Für die obigen Befunde war aber selbstverständlich der Nachweis ganz unerlässlich, dass die wahrgenommenen Strukturverhältnisse schon in frischen, unveränderten Zellen vortreten. Ich hatte desshalb von frischen Geweben angefertigte Präparate unter Anwendung von Jodserum untersucht, da man auf Grund einiger Beobachtungen an lebenden Zellen voraussetzte, dass es die normale Beschaffenheit verschiedenartiger Zellen geraume Zeit conservire, und Befunde erhalten, welche mit denen von gehärteten Theilen übereinstimmten. Wichtiger erschien mir der Nachweis, dass die gleichen Strukturen sich auch an durch Abkratzen erhaltenen, in Speichelflüssigkeit untersuchten Epithelien der Mundhöhlenschleimhaut fanden. Flemming[1]) äussert, dass er diese Kerne für allgemeine Schlüsse über die Struktur des lebenden Kerns nicht verwerthen möchte, da man bei diesem geschichteten Pflasterepithel, das in solchen Massen abgestossen wird, nicht wissen könne, bis zu welchen Schichten die Zellen noch wirklich lebendig zu nennen sind. Dagegen sehe ich keinen Grund, wesshalb die Zellen, welche nicht spontan abgestossen, sondern erst durch wiederholtes Abkratzen erhalten, also auf gewaltsame Weise

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. 16.

aus ihren Verbindungen gelöst worden sind, nicht als lebende anerkannt werden sollen; selbst wenn die oberste Schicht abgestorben sein sollte, lässt sich doch jedenfalls für die tieferen, durch Abkratzen mit entfernten Zellschichten nicht in Abrede stellen, dass sie lebende Zellen enthalten. Ausserdem hat auch Stricker[1]) in den Kernen der Epithelien vom Zungenrücken zuweilen einen beweglichen Innenkörper wahrgenommen und damit die Richtigkeit meiner damaligen Annahme bestätigt. Erst geraume Zeit später, nachdem mittlerweile die ersten Arbeiten Heitzmann's erschienen waren und mir die dauernde Benutzung eines starken Immersionssystems zu Gebote stand, habe ich die betreffenden Untersuchungen wieder aufgenommen und zunächst die zuerst von Heitzmann beschriebenen Umbildungen der Krebsblutkörper so weit verfolgt, als es das damals schwer und auch später nur mit Unterbrechungen zu beschaffende Material gestattete. Nicht nur für den Nachweis, dass in lebenden Zellen die Kerne bestimmte Strukturverhältnisse darbieten, sondern auch für den Nachweis von Lebenserscheinungen an den Kernen selbst sind die Krebsblutkörper sehr günstige Objekte. Schon in dem ganz frischen, eben angefertigten Präparat sind immer eine Anzahl Zellen vorhanden, deren von einer Schicht Hyaloplasma umschlossene Kerne ein Stroma von wechselnder Beschaffenheit mit grösster Schärfe und Klarheit erkennen lassen und das ebensogut als präexistirend anzusehen ist wie das ebenso scharf gezeichnete und ähnlich beschaffene Stroma, was die Kerne in vereinzelten farbigen Zellen im frischen Blutpräparat vom Frosch und Salamander zeigen. In den Körner- und Körnchenzellen entsteht aber, während die Zelle amöboide Bewegungen ausführt, also unzweifelhaft lebt, ein Kern mit deutlicher Hülle und Stroma, deren Beschaffenheit sich während und unmittelbar nach ihrer Bildung, wie die Form des Kerns im Ganzen, ändert. Es ist mir desshalb unverständlich, warum Flemming[2]) Bedenken trägt dies anzuerkennen, indem er sagt: „die von Heitzmann und Frommann ferner beschriebene Struktur in den Krebsblutzellen tritt nach der Verfasser Darstellung erst auf, wenn sogar gewisse Veränderungen der Zelle selbst stattgefunden haben.“ Heitzmann giebt nur an, dass während der

---

[1]) Beobachtungen über die Entstehung des Zellkerns. Sitzungsberichte der Wiener Akademie d. W. Juniheft 1877.

[2]) Beobachtungen über die Beschaffenheit des Zellkerns. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. XII, S. 695.

Umbildung des Blutkörpers in demselben ein hohler Körper erscheint, der von einer an ihrer Aussenfläche zackigen Schale glänzender Substanz umschlossen wird, dessen Inneres etliche gröbere Körner und ein sehr engmaschiges Netzwerk aufweist und den man nach dem Sprachgebrauch als Kern bezeichnen kann. Ich habe dagegen ausdrücklich erwähnt, dass an dem sich bildenden Kern Bewegungserscheinungen und Formveränderungen wahrnehmbar sind. „Er erscheint als ein sehr unregelmässig geformter, mit zackigen Fortsätzen in die Fäden des umgebenden Fachwerks auslaufender Körper, der bald in seinem ganzen Umfang, bald nur längs eines Theils desselben durch einen Doppelkontour begrenzt wird. Die zackigen Vorgänge werden bald rasch, bald langsamer zurückgezogen, die Ecken ausgeglichen und er nimmt eine runde oder ovale Gestalt an. Gleichzeitig wird sein Inneres lichter, Körnchen und Fäden treten in demselben deutlicher und scharf umschrieben hervor, die Membran bekommt ein glänzenderes Aussehen, erhält häufig Verdickungen an ihrer Innenfläche und das ganze Gebilde gleicht dann vollständig den Kernen der oben erwähnten Zellen.“ Es ist demnach durch Heitzmann und mich festgestellt, dass besondere und zum Theil netzförmige Kernstrukturen sich schon in den Kernen der lebenden Krebsblutkörper finden und ausserdem von mir zuerst und vor den Angaben Stricker's über amöboide Kerngerüste nachgewiesen worden, dass während und unmittelbar nach Bildung des stabilen Kerngerüsts Stroma und Hülle ihre Beschaffenheit ändern, die Hüllentheile Bewegungen ausführen und die Form des Kerns eine andere wird, Vorgänge, die sich nur als Lebenserscheinungen auffassen lassen und in Betreff deren es sich, wie ich damals ausdrücklich hervorgehoben habe, nur darum handeln konnte, ob sie innerhalb der Blutbahnen in der gleichen Weise ablaufen wie auf dem Objektträger. Stricker schliesst die Betrachtungen über die von ihm an farblosen Zellen und ihren Kernen gemachten Wahrnehmungen mit der Aeusserung „das was auf dem Objektträger vorgeht, kann nicht mehr als ein Typus normaler Prozesse angesehen werden“, geht aber damit zu weit, da ein abschliessendes und weiteren Beobachtungen vorgreifendes Urtheil über Analogien oder Verschiedenheiten zwischen den im Körper des lebenden Thieres und den auf dem Objektträger an den Zellen auftretenden Veränderungen sich nicht abgeben lässt. Da übrigens Flemming die von Stricker am Protoplasma und den Kernen farbloser Zellen beobachteten Veränderungen als Lebensvorgänge

anerkennt, so ist nicht abzusehen, warum er in Betreff der Krebsblutkörper nicht das Gleiche gelten lässt.

Bei der überaus grossen Ausdehnung, welche die Literatur der morphologischen Disciplinen erlangt hat, ist es sehr leicht möglich, dass einzelne Arbeiten sich der Kenntnissnahme ganz entziehen oder nicht die entsprechende Berücksichtigung finden, wenn sie nur in Auszügen zugänglich waren. Heitzmann proklamirt wiederholt und nachdrücklich, dass er der erste gewesen sei, welcher erkannt und nachgewiesen habe, dass den thierischen Zellen besondere und im Allgemeinen gleichartige Strukturverhältnisse zukommen, so in der Vorrede zu seinem kürzlich erschienenen Werk [1]), in welcher er erwähnt, dass seine Anschauungen unter den amerikanischen, nicht unter dem Einfluss irriger Schulanschauungen stehenden Aerzten eine rasche Verbreitung und durch Mitarbeit der letzteren weitere Stützen erhalten haben und ebenso am Schluss des Artikels über die Anordnung und Vertheilung der lebenden Substanz im Protoplasma, S. 30. Es heisst hier: „The reticulum in the protoplasm was seen and depicted by Nasmyth (1839), in corpuscules which to day are known to be the covering epithelia of the tooth; by C. Frommann (1867) in ganglion cells, and by others in the same and other corpuscules. What I have described, is a reticular structure of the protoplasm as a universal occurrence, and my assertions have since been corroborated by all good observers. Meine hier von Heitzmann citirten Befunde bilden aber nur einen Theil des Abschnitts, in welchem die feineren Strukturverhältnisse von Zellen verschiedener Gewebe sehr eingehend besprochen werden und bei Schilderung der Struktur der Ganglienzellen beziehe ich mich ausdrücklich auf das Vorausgegangene, so dass es schlechterdings unmöglich ist, sich blos über meine Befunde von den Ganglienzellen zu unterrichten, ohne gleichzeitig Kenntniss davon zu erhalten, dass ich die Zellen anderer Gewebe ebenfalls bezüglich ihrer Struktur einer genauen Prüfung unterzogen habe und zwar gerade desshalb, weil ich die Netzstruktur nicht für eine besondere Eigenthümlichkeit der Ganglienzellen sondern für a universal occurrence gehalten habe. Ich habe aus diesem Grunde im Anschluss an meine ersten Beobachtungen über die Umbildungen der Krebsblutkörper, zur Wahrung meiner Priorität ganz ausdrücklich auf meine früheren Befunde über das verbreitete

[1]) Microscopical morphology of the animal body, New York 1883.

Vorkommen bestimmter Zellstrukturen verwiesen, indessen wird diese Arbeit, obschon sie von ihm vorher untersuchte Objekte betrifft, von Heitzmann bei Wiedergabe seiner Beobachtungen über die Veränderungen der Krebsblutkörper [1]) überhaupt nicht erwähnt, während er andere, ebenfalls in der Jenaischen Zeitschrift erschienene Arbeiten citirt. Ferner äussert Louis Elsberg in der historischen Einleitung zu dem Kapitel über die Struktur des Knorpels, dass 1872 Heitzmann zuerst die Netzstruktur in der Grundsubstanz nachgewiesen habe; eine etwas ähnliche Beschaffenheit derselben sei zwar schon von Remak, Heidenhain, Broder, mir und vielleicht auch von Anderen mehr oder weniger unbestimmt beschrieben, aber ihre Bedeutung nicht richtig erkannt oder gewürdigt worden. Es ist ebenso unwahr, dass die von mir gemachten Angaben über Zellstrukturen unbestimmt seien, als dass ich ihre Bedeutung nicht richtig erkannt hätte und es können meine Untersuchungen, da sie planmässig angestellt sind und auf Thatsachen fussen, die bis dahin ganz unbekannt waren, überhaupt nicht mit den vereinzelten Befunden der anderen von Elsberg angeführten Forscher verglichen werden. Flemming [2]) sagt, Heitzmann habe meine Angaben nicht erwähnt, weil er sie nicht gekannt habe, es kann dies leicht der Fall sein, wenn es sich um eine einzelne Arbeit handelt, indessen gehört doch ein recht starker Glaube zu der Annahme, dass auch von meinen späteren Arbeiten weder Heitzmann noch einer seiner Schüler irgend eine Notiz erhalten haben. Ausschliesslich über Strukturen thierischer Zellen handeln die in Bd. IX und XIV der Jenaischen Zeitschrift und die in 9 Nummern der Sitzungsberichte der Gesellschaft für Med. u. Naturw. bis Ende 1882 veröffentlichten Untersuchungen über Struktur und Bewegungserscheinungen der Pflanzenzellen eine 1880 erschienene Abhandlung. Ausserdem habe ich auch in einer Untersuchung über die Gewebsveränderungen bei der multiplen Sklerose ausdrücklich das Auftreten von Netzen in den geschwellten Gliafasern hervorgehoben.

Der Nachweis des verbreiteten Vorkommens von Netzen schliesst selbstverständlich die Nothwendigkeit nicht aus, die Besonderheiten im Bau der einzelnen Zellformen in verschiedenen Geweben und Organen zu erforschen und ich habe desshalb bei allen einschlägigen Untersuchungen ganz ausdrücklich die grosse Mannich-

---

[1]) Microscopical morphology of the animal body, New York 1883. S. 24.

[2]) Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. S. 15.

faltigkeit in Beschaffenheit und Anordnung der geformten Theile im Kern, seiner Membran und im Zellkörper hervorgehoben. Leider hat aber Heitzmann wie bei seinen früheren Untersuchungen so auch jetzt fast durchweg Netze von demselben Charakter im Kern und Zellkörper abgebildet, so dass es z. B. nach seinen Angaben und Abbildungen ganz unmöglich ist, Cementkörper von Nervenzellen zu unterscheiden, wenn man von dem verschiedenen Modus der Verästelung der Fortsätze absieht. Die Beschaffenheit der Netze ist nach Form und Weite der Maschen wie nach Beschaffenheit der Septa und ihrer Knotenpunkte eine viel wechselndere als es nach den Angaben und Abbildungen Heitzmann's der Fall zu sein scheint, es finden sich statt oder neben Netzen häufig reiserförmig verästelte Fäden und Fasern die Anastomosen in wechselnder Häufigkeit eingehen, parallele Fäden, einzelne derbere fädige Stränge die mit Netzfäden bald nachweislich zusammenhängen, bald nicht, es sind ferner die Kernstrukturen in Zellen verschiedener Art unter sich und von den Plasmastrukturen mehr oder weniger verschieden, die Kernmembranen zeigen eine sehr verschiedene Beschaffenheit nach Dichte der Stellung und nach Derbheit der sie zusammensetzenden Theile, nach dem Vorhandensein oder Fehlen grösserer Lücken wie nach der Häufigkeit ihrer Verbindungen mit Theilen des Kern- und Zellstromas. Alle diese Verhältnisse finden weder bei Heitzmann noch bei seinen Schülern die geringste Berücksichtigung. Heitzmann schildert die Veränderungen, welche embryonale Zellen durch Differenzirung solider Klümpchen lebender Substanz erfahren, die Kerne und Zellen erwachsener Thiere zeigen aber bei ihm mit wenigen Ausnahmen — wie die quergestreiften Muskelfasern und die Epithelien der gewundenen Harnkanälchen — im Wesentlichen das gleiche Aussehen; einzig in ihrer Art dagegen und wahre Monstra sind die Fig. 81 abgebildeten Knorpelzellen.

Das Interesse an den Strukturverhältnissen der Zellen wurde ein lebhafteres und allgemeineres, als die Vorgänge bei der Befruchtung und der indirekten Kerntheilung nachgewiesen wurden. Durch O. Hertwig[1]), Flemming[2]), v. Beneden[3]), Balbiani[4])

---

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eis. Leipzig 1875, S. 5.

[2]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Bd. 71. 1875. Archiv für mikr. Anatomie, Bd. 20.

[3]) Bulletin de l'Académie r. de Belgique. 1876. S. 41.

[4]) Zoologischer Anzeiger, N. 99, 1881.

u. A. wurde festgestellt, dass das Keimbläschen bei Wirbelthieren wie bei Wirbellosen von einem Netz anastomosirender Fäden durchzogen wird, die theils mit der Membran, theils mit dem Kernkörperchen zusammenhängen. Nach den neueren, von Flemming[1]) am Kaninchen gemachten Beobachtungen handelt es sich aber nicht sowohl um ein Netz von Fäden als um Fäden, die meist verschlungene oder geknickte Touren beschreiben. Die Untersuchung von Osmiumpräparaten lieferte ausserdem Flemming eine sehr scharfe Zeichnung der radiären Streifung der Zona pellucida und zeigte mit aller wünschenswerthen Klarheit, dass stärker lichtbrechende, doppelt contourirte Fäden von gleicher Dicke in der Zona ziemlich radiär durch eine schwächer lichtbrechende, homogene Masse ziehen und ausserhalb der Zona in einen dichten, verschlungenen Fadenfilz einlaufen, welcher sich zwischen Zona und Follikelepithel befindet; die Radiärfäden bilden demnach wie es scheint Brücken von der Substanz der Eizelle zu den Follikelepithelien, so dass sie sich den Intercellularstrukturen — Stacheln, Riffe, Zähne — anreihen.

Besondere Strukturverhältnisse der Kerne sind an denen der Zellen einfacher Gewebe wie an denen von Drüsenzellen sowohl bei Wirbelthieren als bei Wirbellosen nachgewiesen worden.

Nach Schwalbe[2]) werden die Kerne der in humor vitreus untersuchten Ganglienzellen der Retina (Schaf, Ochse, Kaninchen) von einer nach Aussen glatten, nach Innen mit zackigen oder körnigen Prominenzen besetzten Membran umschlossen; das Innere der Kerne ist entweder vollständig homogen oder enthält nur ein mehr oder weniger zackiges, mitunter mit fadenförmigen Ausläufern versehenes Kernkörperchen, welches aus derselben Substanz besteht wie die in die Kernlichtung prominirenden Excrescenzen der Membran. Schwalbe meint, dass die Substanz der späteren Kernmembran und der Nucleoli Anfangs gleichmässig durch den ganzen Kern vertheilt und von zahlreichen Vakuolen durchsetzt ist. Mit der zunehmenden Grösse der letzteren wird die Kernsubstanz in verschiedene Portionen zerrissen, von denen eine stets die Oberfläche des Kerns einnimmt, zur Kernmembran wird und mit einer Anzahl zackiger Vorsprünge, den wandständigen Kernkörperchen, in das Innere des Kerns hineinragt, während andere Portionen sich zu einem Nucleolus oder zu meh-

[1]) Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. S. 33.

[2]) Bemerkungen über die Kerne der Ganglienzellen. Jenaische Zeitschrift, Bd. X.

reren Nukleolen zusammenballen. In dem Maass als die helle Substanz im Innern des Kerns zunimmt, werden die inneren Prominenzen der Kernmembran in Folge zunehmender Ausdehnung der letzteren immer mehr verstrichen; auch soll unter Umständen die gesammte Nukleolarsubstanz durch den Kernsaft an die Peripherie gedrängt werden, so dass ein solcher Kern ohne Nucleolus ist.

Schwalbe hat übersehen, dass sich, wie ich später nachgewiesen habe[1]), in der Membran der Kerne der Retinaganglienzellen (Ochse) ziemlich häufig kleinere und grössere Lücken finden, durch welche die sehr feinfädigen und engmaschigen Netze des Kerninnern sich unmittelbar in die etwas weitmaschigeren Netze des Zellplasma fortsetzen. Ausserdem ist das Kernkörperchen nicht immer homogen, sondern sein Inneres häufig in der Weise differenzirt, dass sich neben einzelnen kleinen Vakuolen Körnchen und sehr feine und kurze Fäden finden, die sich in frei abtretende Fäden mitunter fortsetzen und deren Anordnung und Vertheilung sich mit dem Wechsel der Einstellung ändert.

Bei der Annahme, dass die Vergrösserung des Kerns durch einen Druck seitens der zunehmenden Vakuolenflüssigkeit auf die Membran zu Stande komme wird nicht nur vorausgesetzt, dass sich überhaupt Vakuolenflüssigkeit bildet, sondern auch, dass die Membran als solche persistirt, einer Ausdehnung fähig ist und keine Lücken besitzt, durch welche eine Ausgleichung des supponirten Drucks stattfinden kann. Dagegen scheint es mir mit Rücksicht auf die von Stricker und mir an den farblosen Froschblutkörpern, von mir auch an anderen Zellen gemachten Beobachtungen über Rück- und Neubildung von Abschnitten der Kernmembran näher liegend und wahrscheinlicher, dass während des Kernwachsthums alte Theile der Membran zurück- und neue angebildet werden.

Die Kerne der grossen Zellen der Vorderhörner hat Schwalbe an Schnitten gefrorener Stücke ohne Zusatz oder mit $^1/_2$ proc. Chlornatriumlösung untersucht und gefunden, dass ihnen und ebenso den Kernen der Zellen des Ganglion Gasseri vom Kaninchen, den Kernen der Zellen der Spinal- und Sympathicusganglien von Rana temporaria eine Membran fehlt. Der helle klare Kernsaft wird unmittelbar von der Zellsubstanz begrenzt.

---

[1]) Sitzungsbericht der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaft vom 21. Februar 1879.

Die Vorderhornzellen treten als helle Flecke aus der grauen Substanz vor, die selbst bei Anwendung der grössten Vorsicht und ohne jede Zusatzflüssigkeit untersucht doch nicht homogen erscheinen, sondern wie man bei starker Vergrösserung deutlich erkennt, von zahlreichen grösseren und kleineren Tropfen durchsetzt sind, ähnlich wie die granulirte Substanz der Retina. Der Kern ist im frischen Zustand völlig unsichtbar; nur das glänzende, kugeliche oder ellipsoidische Kernkörperchen deutet die Stelle an, wo man ihn zu suchen hat. Kernkörperchenfortsätze hat Schwalbe nicht gesehen. Die Zellen der Spinalganglien des Kaninchens zeigten den Kern als hellen, vollkommen homogenen Hof um das gewöhnlich kugliche Kernkörperchen, letzteres war zuweilen eckig oder leicht zackig. Eine Kernmembran und wandständige Nukleoli waren auch hier nicht vorhanden. Ein ganz ähnliches Bild gewähren die Kerne der Spinalganglienzellen von Rana temporaria sowie die der Zellen des Sympathicus von demselben Thier.

Die Ganglienzellen der Vorderhörner sind von mir neuerdings an Zerzupfungspräparaten des frischen, noch warmen Ochsenrückenmarks, sowohl unter Zusatz von dicker, syrupartiger Lösung von arabischem Gummi als ohne alle Zusatzflüssigkeit untersucht worden. Im letzteren Fall wurde nach möglichst feiner Zerzupfung der Partikel grauer Substanz das Deckgläschen sanft aufgedrückt, so dass in der unter dem Drucke sich ausbreitenden weichen Substanz die Zellen deutlich wahrgenommen werden konnten. Die Beschaffenheit derselben war die gleiche wie nach Zusatz von Gummilösung, nur zeigte der Kern mitunter eine nicht unbeträchtliche einseitige Ausbuchtung, deren Entstehung vielleicht auf die Einwirkung des Drucks zurückzuführen ist. Zur genaueren Ermittlung der Strukturverhältnisse ist die Anwendung einer mindestens 1200 fachen Vergrösserung unerlässlich. Noch bei 1000 facher Vergrösserung bleibt ein Theil der feinen, die kleinsten Körnchen verbindenden Fäden unsichtbar.

Der Kern ist zwar nicht völlig unsichtbar, wie Schwalbe angiebt, erscheint aber doch nur als ein sehr blasses, vom Zellkörper nicht scharf abgegrenztes Gebilde. Er enthält, abgesehen von dem immer deutlich vortretenden Kernkörperchen, Formelemente von derselben Beschaffenheit wie der Zellkörper und dass er unter diesen Umständen überhaupt als besonderer Körper innerhalb der Zelle wahrgenommen werden kann, hängt davon ab, dass manche Kerne ein dichteres Gefüge besitzen als der Zellkörper, während in anderen die Anordnung der Formelemente eine

andere oder der Unterschied ihres Brechungsvermögens von dem der Grundsubstanz ein geringerer ist als im Zellkörper. Das Kernkörperchen lässt häufig und deutlicher als in den Ganglienzellen der Retina eine Zusammensetzung aus feinen und derberen Körnchen und aus sehr kurzen Fäden, mitunter auch einen netzförmigen Bau mit theils ganz engen, theils etwas weiteren Maschen erkennen; auch für einzelne der Vakuolen die eine solide, geschlossene Wandung zu besitzen scheinen, lässt sich nachweisen, dass dies nicht der Fall ist, man überzeugt sich bei vorsichtigem Wechsel der Einstellung, dass die Wandung eine durchbrochene ist, von einzelnen derberen, durch deutliche Zwischenräume getrennten Fäden oder von sehr feinen und innig miteinander verstrickten Fäden gebildet wird [1]). Das Kerninnere zeigt nach Dichte der Stellung, Anordnung und Beschaffenheit seiner Formelemente ein ziemlich wechselndes Verhalten und lassen sich im Allgemeinen Theile eines derberen und eines feineren Stromas unterscheiden, die aber untereinander vielfach zusammenhängen. Zu den Theilen des derberen Stromas gehören einzelne mitunter vorhandene Nebenkernkörperchen, sparsam eingestreute derbere Körnchen oder ausgezackte Knötchen und glatte oder gekörnte längere und derbere Fäden, die bald zickzackförmig, bald in der Richtung von Sehnen oder Radien das Kerninnere durchziehen, zum Theil auch concentrisch zum Kernumfang verlaufen und mit den Knötchen und derberen Körnchen zum Theil zusammenhängen. Der grösste Theil des Kerninnern wird von sehr feinen, zarten und blassen Stromatheilen eingenommen, von feinen Körnchen und von feinen, meist sehr kurzen Fäden; stellenweise erweisen sich die Körnchen als die Knotenpunkte von überaus feinfädigen und engmaschigen Netzen, deren Maschen nicht überall geschlossen sind, sondern hie und da kleine Lücken in der Septa aufweisen. Von den Kernkörperchen abgehende Fäden wurden nur vereinzelt wahrgenommen und dieselben konnten nicht auf weitere Strecken verfolgt werden. Den meisten Kernen fehlt eine besondere, ihnen zugehörige Membran ganz, die Kerngrenze wird durch Körnchen und Fäden gebildet, die kleinere und grössere Lücken zwischen sich lassen und sich nicht sowohl durch ihre Beschaffenheit und Stärke als durch ihre Anordnung von den Körnchen und Fäden des umgebenden Zellplasma unterscheiden. Nur vereinzelt kamen

---

[1]) Sitzungsbericht der medic.-naturwissensch. Gesellschaft zu Jena v. 5. März 1880.

Kerne vor, die deutlicher abgegrenzt waren und eine aus etwas derberen, wenn auch blassen Fäden und Körnchen gebildete, durchbrochene Hülle besassen.

Der Zellkörper zeigt bekanntlich bei Anwendung schwächerer Vergrösserungen neben den wechselnd derben, von den Ausläufern hereinstrahlenden Fibrillen, von denen einzelne sich bis an oder auf den Kern verfolgen lassen und neben anderen, die concentrisch zum Kernumfang verlaufen, noch eine mehr oder weniger dichte, blasse Granulirung. Die Körnchen erscheinen dagegen bei 1200-facher Vergrösserung als zackige, knotige oder strangförmige Gebilde von überaus wechselnder Form, von denen äusserst feine und blasse Fäden ausgehen, durch welche sie untereinander vielfach zusammenhängen. Mit der Form, Dichte der Stellung der Knötchen und mit der Zahl ihrer Verbindungsfäden wechselt auch die Form und Weite der von ihnen umschlossenen Maschen, die stellenweise und nur dann ein gleichmässiges siebförmiges Aussehen erhalten, wenn die Knotenpunkte rundlich und gleichmässig dicht gestellt sind. Zwischen die verzweigten anastomosirenden Knotenpunkte eingestreut finden sich ausserdem in wechselnder Zahl feinere und derbere, gabelförmig gespaltene oder reiserförmig verzweigte Fäden und Uebergangsformen zu strangförmig verlängerten Knoten. Vereinzelt und nicht in allen Zellen wurden derbere, blass granulirte, fasrige Gebilde wahrgenommen, die vom Kernumfang ausgehend, eine Strecke weit nach der Zellperipherie verfolgt werden konnten. Die derberen Fibrillen besitzen ein granulirtes Aussehen und benachbarte scheinen hie und da untereinander theils durch sehr feine, theils durch etwas derbere quere Fäden brückenartig verbunden zu werden.

Auf Zusatz von $^1/_2$ proc. Kochsalzlösung zu zerzupfter und ohne Zusatzflüssigkeit untersuchter grauer Substanz trübt sich der Zellinhalt, die Körnchen und Fäden desselben werden dunkler und deutlicher.

Ganz frisch in Blutserum untersuchte Zellen des Ganglion Gasseri der Ratte zeigten mir ein zum Theil ähnliches Verhalten. Der Kern ist vollkommen homogen, nur selten äusserst zart und blass granulirt und umschliesst ein ebenfalls homogenes, nur ausnahmsweise körniges oder vakuolenhaltiges Kernkörperchen. Eine besondere Membran fehlt vielen Kernen ganz, andere besitzen zwar glänzende, scharf gezeichnete, fädige Kontouren, dieselben zeigen aber einzelne kleine Unterbrechungen oder es fehlt der Kontour längs eines grösseren Theils, der Hälfte oder $^2/_3$ des

Kernumfangs ganz. Die Zellsubstanz ist dicht körnig, enthält zahlreiche feine und kurze, zum Theil mit den Körnchen zusammenhängende Fäden, ausserdem einzelne längere, nach verschiedenen Richtungen und zum Theil concentrisch zum Kernumfang verlaufende oder stellenweise zur Bildung zickzackförmiger Figuren verbundene Fäden.

In Blutserum untersuchte Zellen der sympathischen Ganglien von Bufo cin. zeigten einen vollkommen homogenen Kern der ein rundes und ebenfalls homogenes Kernkörperchen einschliesst. Die Peripherie des Kernes grenzt entweder unmittelbar an die Körnchen der Zellsubstanz oder besitzt einen blassen und zarten, fädigen, häufig unterbrochenen Kontour.

Die an frisch untersuchten Ganglienzellen und an denen gehärteter Präparate wahrnehmbaren Strukturverhältnisse hat in neuester Zeit auch Flemming[1]) einer genauen Untersuchung unterzogen. Flemming konnte an ohne alle Zusatzflüssigkeit untersuchten Schnitten frischer Spinalganglien von Säugethieren nur eine anscheinend gleichmässige, dichte und matte Granulirung des Zellkörpers sowie vereinzelte Fäden wahrnehmen, dagegen keine Netze. Auch an Zellen in Schnitten von erst mit $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{4}$ pc. Chromsäurelösungen behandelten, dann in Alkohol gehärteten Präparaten war eine netzförmige Struktur nicht sichtbar, dagegen hier der Zellkörper durchzogen von feinen, vielfach geknickten oder gewundenen und im Ganzen gleichmässig vertheilten Fäden, welche ebenfalls ziemlich gleichmässig vertheilte dickere Knötchen oder Körner von meist unregelmässiger Form tragen. Fäden und Körner färben sich schwächer als die Kerne, während die Zwischenmasse des Zellenleibs nur einen ganz leichten Hauch von Farbe nachweist. In Folge der Härtung in Chromsäure-Alkohol treten nun wohl Schrumpfungen der Zelle, Retraktionen von der Kapsel ein, die sichtbar gewordenen Strukturverhältnisse scheinen aber nicht durch Gerinnungsvorgänge bewirkt worden zu sein, da sie in ganz gleicher Weise vortreten, auch nachdem die Theile in absolutem Alkohol, in Alkohol mit schwachem Essigsäurezusatz oder in concentrirter Pikrinsäure gehärtet worden sind. Nach Behandlung mit 1proc. Osmiumsäure waren die Bilder denen der frischen Zellen ähnlich, nur undeutlicher, die Granulirung eine noch blassere, verschwommenere. Dafür, dass die an gehärteten Präparaten vortretenden Strukturverhältnisse der spinalen Gang-

---

[1]) Festschrift für Henle.

lienzellen präformirt sind, führt Flemming ferner den Umstand an, dass auch an den Ganglienzellen der Vorderhörner an Isolations- wie an Schnittpräparaten die bekannte, ihnen eigenthümliche, streifig-fibrilläre Zeichnung vortritt aber keineswegs Bilder die denen der Spinalganglien entsprechen. Flemming schreibt den Kernen der spinalen und sympathischen Ganglienzellen eine nicht unterbrochene Wandschicht zu die zarter auch an den Zellen der grauen Substanz vortritt und sowohl an frischen als an gehärteten und gefärbten Präparaten sichtbar ist. Ich kann in dieser Beziehung Flemming nicht beistimmen und muss auf die vorher mitgetheilten Befunde von frisch und ohne Zusatzflüssigkeit untersuchten Zellen aus der grauen Substanz, aus den sympathischen und den Spinalganglien verweisen, in denen eine Kernmembran entweder ganz fehlte oder sehr zart und durch mehr oder weniger weite Lücken unterbrochen war. In einer grösseren Anzahl Zellen aus gefärbten Schnitten von in chromsauren Kali und später in Alkohol gehärteten Präparaten fand ich Kerne die zum Theil eine ähnliche Beschaffenheit zeigten wie die der frisch untersuchten Zellen, denen eine Membran ganz fehlte oder nur in Form einzelner, einen Theil des Kernumfangs umfassender fädiger Rudimente vorhanden war, während andere Male die Kernperipherie sich sowohl vom Kerninnern als vom Protoplasma durch eine Zone sehr dicht gestellter Körnchen abgrenzte. Ein Theil der Kerne dagegen besass zwar derbere und scharf vortretende, etwas glänzende Kontouren, aber auch dann waren Kontourlücken entweder innerhalb der gerade eingestellten Ebene oder beim Wechsel der Einstellung sichtbar.

Gegen ein Enden von Nervenfasern im Kern oder Kernkörperchen hat sich Flemming theils mit Rücksicht auf seine negativen Befunde, theils aus dem Grunde ausgesprochen, dass Kernkörperchen überhaupt in den meisten Kernen, auch in denen nicht nervöser Zellen und ebenso in den Pflanzenzellen vorkommen, gewisse stets gleichbleibende Eigenschaften — starken Brechungsindex, grossen Chromatinreichthum, eine rundliche Form, einen scharf begrenzten glatten Umfang — besitzen, sich bei der Theilung des Kerns morphologisch ganz dekonstituiren und in den Tochterkernen neu anschiessen. Flemming ist der Ansicht, dass ein Theil der bezüglichen Befunde sich ungezwungen aus dem Nachweis der intranukleären Stränge erklären lässt.

Was die früher von mir gemachten Angaben über Fäden, Fasern und Stränge (Röhren) anlangt, welche vom Kernkörper-

chen oder Kern ausgehend theils innnerhalb der Zelle verschwinden, theils frei von derselben abtreten, so unterliegen dieselben selbstverständlich der Controle bei Anwendung einer stärkeren Vergrösserung als der damals von mir benutzten. Ich gebe Flemming sehr gerne zu, dass dann Fäden oder Fasern und Stränge, die bei schwächerer Vergrösserung continuirlich zu sein scheinen, sich möglicherweise streckenweise zu feinen und sehr dicht gestellten Körnchen auflösen lassen. Bei der erneuten Untersuchung der Zellen habe ich derartige Bildungen als continuirlich die Zelle durchsetzende und von ihr frei abtretende nicht wahrnehmen können, indessen ist dabei doch zu berücksichtigen, dass die Zahl der untersuchten Zellen eine beschränktere war und dass ich früher von einer grossen Zahl untersuchter Zellen nur an einzelnen das Vorkommen dieser Bildungen constatiren konnte, die ich wahrnahm, ohne zu wissen dass von anderen Seiten schon ähnlich lautende Beobachtungen gemacht worden waren. In Betreff der derberen, strangartigen Bildungen welche vom Kern aus eine Strecke weit in die Zellsubstanz verfolgt werden können, verdient wohl auch der Umstand Berücksichtigung, dass, wenn auch während der Dauer des Lebens die Ganglienzellen beim Erwachsenen wahrscheinlich ihre Form und Grösse nicht erheblich ändern, so doch ohne Zweifel die funktionellen Leistungen mit chemischen Veränderungen, mit Rück- und Neubildungsvorgängen der lebenden Substanz verbunden sind die unter Umständen vielleicht als Besonderheiten der feineren Struktur wahrnehmbar werden. So kommt es nach S. Mayer[1]) in den peripheren Nerven von Wirbelthieren an mehr oder weniger zahlreichen Fasern sogar zu vollständigen Umbildungen ihres Inhalts wie sie bei den De- und Regenerationsvorgängen nach Continuitätstrennungen eintreten, so dass danach die peripheren Nerven „keine perennirende sondern eine cyclische Lebensdauer“ besitzen. Dass aber diese Vorgänge nicht als krankhafte aufgefasst werden können, ist nach Mayer mindestens in hohem Grade wahrscheinlich.

Die folgenden Beobachtungen zeigen, dass auch Zellen der gleichen Art auffallend verschiedene Strukturverhältnisse darbieten und dass bestimmte Besonderheiten der Struktur unter Umständen vorhanden sein können die andere Male fehlen. Bei Durchmusterung der Haut junger Kröten von 2 Cm. Körperlänge sah ich von den homogenen Kernen der obersten Zellschicht der

[1]) Ueber Vorgänge der Degeneration und Regeneration im unversehrten Nervensystem. Archiv für Heilkunde. Bd. VI, 1881.

Epidermis derbe homogene Fortsätze von gleichem Brechungsvermögen wie die Kerne, zu 1—5 abtreten und sich in gerader oder geschlängelter Richtung mehr oder weniger weit nach den Kittleisten zu erstrecken, in welche nur einzelne, seltener 2 oder 3 in derselben Zelle einmündeten. Die Fortsätze welche die Kittleisten nicht erreichen laufen zugespitzt im Protoplasma aus oder enden abgerundet. Die Kittleisten waren durch ihre grosse Mächtigkeit und den starken, dem des Kerns ähnlichen Glanz ausgezeichnet. Die Kernfortsätze fanden sich in grosser Häufigkeit an den Kernen der Epidermis der Haut vom Boden der Mundhöhle und an denen der Epidermis von der Volarseite der vorderen Extremitäten, fehlten dagegen ganz in den Epidermiszellen der Bauchhaut. In ziemlich gleicher Häufigkeit fanden sich an verschiedenen Hautstellen feine Fäden die theils vom Kerne aus in die Zelle einstrahlten und zum Theil bis zur Kittsubstanz reichten, zum Theil von der letzteren aus nach dem Kerne zu, aber auch nach anderen Richtungen in die Zelle einstrahlten. Als ich einige Wochen später die Haut einer gleich grossen, zur gleichen Zeit eingefangenen Kröte untersuchte war ich überrascht, die derben, auf den ersten Blick auffallenden Kernfortsätze nur in sehr wenigen Zellen und ganz vereinzelt wiederzufinden, auch bildeten dieselben nur verhältnissmässig kurze Anhänge des Kerns und erstreckten sich in keinem Fall bis zu den Kittleisten deren Dicke geringer war als an den Zellen des früher untersuchten Thiers. Es sind dies zwar nur gelegentliche Befunde, über deren Deutung erst weitere Beobachtungen Aufschluss ertheilen können, die aber doch die Vermuthung nahe legen, dass die derben Kernfortsätze hier keine stationären Formbestandtheile der Zelle sondern Bildungen sind, die mit ihrem Entstehen und Vergehen von der Lebensthätigkeit der Zelle und vielleicht von den Ernährungsverhältnissen des Thieres abhängig sind.

In Betreff der Kernkörperchen genügen meines Erachtens die Merkmale durch welche sie bis jetzt charakterisirt worden sind nicht, um sie überall als besondere und vom übrigen Kerninhalt wesentlich verschiedene Gebilde zu kennzeichnen. In den Bindegewebs- und Knorpelzellenkernen wie in den Kernen der Krebsblutkörper finden sich alle Uebergänge von rundlichen, als compakte, isolirte Körper vortretenden Kernkörperchen zu solchen mit zapfenförmigen Fortsätzen und zu längeren, verzweigten, strangförmigen Gebilden, so dass man beim Fehlen charakteristischer unterscheidender Merkmale jeden derberen Inhaltskörper

des Kerns so gut wie die umschriebenen zapfenförmigen oder knotigen Verdickungen der Kernhülle als Kernkörper bezeichnen kann. Es kann desshalb erst von weiteren Untersuchungen Aufschluss darüber erwartet werden, ob sich die Kernkörperchen von den kleineren und anders geformten aber ein ähnliches Brechungs- und Tinktionsvermögen besitzenden Theilen des Kernstromas noch durch andere Merkmale als durch ihre Form und Grösse unterscheiden. Die Möglichkeit, dass ihnen noch besondere Merkmale zukommen wird durch ihr Verschwinden bei der indirekten Kerntheilung nicht ausgeschlossen.

Neuerdings hat Flemming[1]) in den Bindegewebs- Muskel- und Epithelzellenkernen aus den Kiemen der Larven von Salamandra m. bei Anwendung homogener Immersion neben den Chromatinkörpern feine, das Kerninnere durchziehende Netze wahrgenommen und abgebildet; ganz ähnliche, sehr feinfädige und engmaschige, nicht oder nur schwach färbbare Netze waren von mir schon früher nicht nur in den Kernen der Krebsblutkörper, sondern auch in denen der Retinaganglienzellen, wie in den Kernen der Epidermis- Bindegewebs- und der Knorpelzellen[2]) wahrgenommen worden und habe ich in Betreff der Knorpelzellen ausdrücklich hervorgehoben, dass die feinen, engmaschigen Netze sowohl mit den Theilen des derberen Stroma als mit der Hülle zusammenhängen.

Von dem Bestehen eines Zusammenhangs zwischen den Formelementen des Kerns und denen jedes Zellkörpers hat sich dagegen Flemming nicht überzeugen können und ich will hier, mit Bezug auf die früher von mir gemachten Wahrnehmungen nur kurz darauf hinweisen, dass dieser Zusammenhang direkt oder indirekt zu Stande kommt. Direkt hängen Kerninneres und Zellsubstanz zusammen durch einzelne Fäden oder durch kleine Netzschichten welche Lücken der Kernhülle durchsetzend aus dem Kern in die Zellsubstanz oder aus der letzteren in den Kern übertreten. Man überzeugt sich leicht davon bei Untersuchung der Kerne aus den Epidermiszellen des Hühnchens wo diese Lücken häufig und zum Theil weit sind und wo die durchtretenden Fäden sich mitunter auf beträchtliche Strecken in den

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. 20, S. 52.

[2]) Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaften v. 24. Januar, 21. Februar u. 5. März 1879; Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften Bd. XIV.

Zellkörper hinein verfolgen lassen. Ich habe ferner im Mesenterium von Salamandra m. in einzelnen Fällen Fibrillen der Grundsubstanz durch Lücken der Membran in den Kern eintreten und in demselben enden sehen, eine Beobachtung die sich an die schon vor geraumer Zeit an Kernen aus grau degenerirten Partien des Rückenmarks gemachten Befunde anschliesst. In Gewebsabschnitten, in welchen aus den geschwellten, zur Bildung continuirlicher Schichten körniger Substanz verschmolzenen Glianetzen sich fibrilläres Gewebe entwickelt hatte, liess sich der Eintritt einzelner kurzer wie längerer uud zum Theil sehr derber Fibrillen durch Lücken der Kernhülle in das Kerninnere deutlich wahrnehmen. In den Ganglienzellen der Retina lässt sich der durch die Lücken der Kernhülle vermittelte Zusammenhang zwischen den blassen, sehr engmaschigen und feinfädigen Netzen des Kerninnern mit den etwas weitmaschigeren des Zellkörpers ziemlich häufig nachweisen, seltener an den Kernen der Knorpelzellen, aber auch an den letzteren lässt er sich, ebenso wie der Uebertritt vereinzelter Fäden aus dem Kerninnern in den Zellkörper in unzweifelhafter Weise feststellen. In indirekter Weise hängen Kern- und Zellstrukturen durch Vermittelung der Kernhülle zusammen, feinere und derbere Fäden, gleichviel ob sie Theile von Netzen oder von einem Gerüst sind oder nicht, inseriren sich in wechselnder Zahl von Seiten des Kerninnern wie von Seiten des Zellkörpers in die Kernhülle. In den meisten der Zellen, in denen sich dies Verhalten feststellen liess waren Verbindungen der Kernhülle mit Theilen des derberen Kernstromas häufiger wahrzunehmen als mit derberen Fäden des Zellstromas, in den Epidermiszellen des Hühnchens dagegen, deren Zellstroma durch die Mannigfaltigheit der Anordnung und der Verbindungen wie durch die dichte Lagerung seiner Formelemente ausgezeichnet ist, waren Verbindungen der Kernhülle mit Fäden des Zellstromas häufiger nachzuweisen, ausserdem gleichen hier die an Zusammensetzung der Kernhülle betheiligten Fäden nicht nur nach Stärke und Glanz den derberen Fäden des Zellstromas sondern treten auch gar nicht selten, unter Aufgeben ihrer ursprünglichen Richtung in den Zellkörper über und lassen sich in demselben noch eine Strecke weit verfolgen, während an der Ausbiegungsstelle des Fadens in der Kernhülle eine Lücke zurückbleibt.

In allen Zellen, wo sich ähnliche Verhältnisse nachweisen lassen kann der Kern nicht als ein vom übrigen geformten Zellinhalt durchaus verschiedener Körper angesehen werden und dass er den

Eindruck eines solchen macht beruht theils auf dem Vorhandensein einer besonderen Hülle, theils darauf, dass Chromatinkörper in seinem Innern sich in dichterer Stellung als im Zellkörper finden oder dass beim Fehlen derselben feine Fäden und Körnchen in anderer Vertheilung eingelagert sind, feinfädige und engmaschige Netze einen etwas anderen Charakter besitzen als im Zellkörper. Es können die einzelnen Formelemente des Kerns für sich vollkommen solchen des Zellkörpers gleichen und doch bekommt das Kerninnere ein ganz anderes Aussehen je nach Dichte der Stellung und der Art der Verbindung der Chromatinkörper wie der feineren, nicht färbbaren Formelelemente. Da nach Anwendung mancher Tinktionen der Kern noch mehr als sonst den Eindruck eines abgeschlossenen, selbständigen Gebildes macht, habe ich bei Schilderung der Strukturverhältnisse der Knorpelzellen von Salamandra m. ausdrücklich hervorgehoben, dass zwar in der Mehrzahl der Zellen durch Methylgrün nur die Kerne gefärbt werden und sich scharf vom Zellkörper absetzen, dass aber mitunter auch an den in dem letzteren vorhandenen oder aus dem Kern in ihn übertretenden Fäden eine Färbung wahrnehmbar ist. Ebenso werden in den Knorpelzellen mitunter neben dem derberen Stroma des Kerns nicht nur seine ausserdem vorhandenen engmaschigen und feinfädigen Netze, sondern auch die Plasmanetze in der Umgebung des Kerns, seltener in der ganzen Ausdehnung der Zelle gefärbt und vereinzelt finden sich kernkörperchenartige Gebilde in der letzteren welche ebenso tief gefärbt sind wie die Kernkörperchen und die derberen Stränge des Kerninnern. Auch in der Zellsubstanz der Ganglienzellen vom Flusskrebs finden sich zn 2—6 Gebilde die nach Grösse, Aussehen und Glanz den Kernkörperchen entsprechen. Die Nichttingirbarkeit der geformten Theile des Zellplasmas kann schon durch geringe Verschiedenheiten ihrer chemischen Beschaffenheit von der der Stromatheile des Kerns bewirkt werden, ausserdem können auch Verschiedenheiten im Wassergehalt einen sehr merklichen Einfluss auf die Tingirbarkeit ausüben, worauf Engelmann[1]) wiederholt aufmerksam gemacht hat. Schon bei den ersten Untersuchungen über die Struktur des Kerns[2]) habe ich mich dahin ausgesprochen, dass die Verbindungsfäden zwischen Kern und Zellkörper gegen die Auffassung des Kerns

---

[1]) Pflüger's Archiv der Physiologie, Bd. 18 u. 26.

[2]) Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarks. II. Theil, 1867, S. 38.

als eines innerhalb der Zelle ganz in sich abgeschlossenen Körpers sprechen und die späteren Untersuchungen haben diese Ansicht nur weiter begründen und befestigen können. Es soll damit selbstverständlich nicht behauptet werden, dass überhaupt die geformten Theile des Zellkörpers in derselben Zelle und in Zellen verschiedener Art von der gleichen Beschaffenheit seien, es werden voraussichtlich, ganz abgesehen von den bereits bekannten Einlagerungen differenter Natur, sich mehr oder weniger erhebliche Verschiedenheiten in dieser Beziehung nachweisen lassen. So besteht nach Reinke[1]) der grössere Theil der unlöslichen Gerüstsubstanz von Aethalium septicum aus einem unlöslichen, den Nukleinen verwandten, phosphorhaltigem Körper, dem Plastin. Dasselbe fehlt in keiner Pflanzenzelle, da in allen Pflanzenzellen nach Behandlung mit Lösungsmitteln für Eiweissstoffe, Nuklein etc., immer ein stickstoffhaltiges Residuum von nicht unbeträchtlicher Quantität zurückbleibt.

In den Bindegewebs- Muskel- und Epithelzellenkernen der Kiemen der Salamanderlave betrachtet Flemming die tingirbare Kernwand als gebildet durch kleine periphere Ausbreitungen der Netzbälkchen die aus der gleichen Substanz zu bestehen scheinen wie die letztere selbst, lässt es aber unentschieden, ob ausserdem noch eine nicht tingirbare, schliessende Membran den Kern umgiebt. Ich habe keine Beobachtungen gemacht die auf das Vorhandensein einer solchen zweiten, achromatischen Membran hinweisen. Wenn eine solche vorhanden wäre müsste sie im optischen Durchschnitt als nicht unterbrochener, kreisförmiger, ungefärbter, fädiger Kontour die gefärbte und unterbrochene Hülle umschliessen, ausserdem aber wird durch den blossen Nachweis von Unterbrechungen in der chromatischen Kernhülle das Vorhandensein einer zweiten, geschlossenen nicht färbbaren Hülle noch nicht wahrscheinlich gemacht. Ausführlicher hat sich Flemming über das Vorkommen der achromatischen Membran in seinem neuen grossen Werk „Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung“ [2]) ausgesprochen ohne aber die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit, dass 2 Membranen, eine chromatische und eine achromatische einen und denselben Kern umschliessen, zu berühren. Er bezeichnet die achromatische Membran als eine bei den meisten Kernarten sehr dünne, nicht dnrchbrochene Substanzlage und konnte sie nachweisen bei Eikernen, Nervenzellenkernen, bei den Riesen-

[1]) Studien über das Protoplasma. Berlin 1881 u. 1883.
[2]) S. 167.

kernen der Hautdrüsen von Urodelen, den Speicheldrüsenkernen von Chironomus, bei Spirogyren und bei Gewebszellen der verschiedensten Arten in den Anfangsstadien der Kerntheilung. Durch Kompression der Eizellen von Wirbellosen im Eierstockssaft lassen sich die Kerne ausdrücken und zeigen eine ganz deutliche Wandung, die sich beim Flottiren faltet und bei Druck gesprengt werden kann, so dass das Vorhandensein einer Membran ausser Zweifel gestellt wird [1]).

Dass die achromatische Membran eine überall geschlossene ist, geht — abgesehen von den Kernen der Eizellen — aus den Angaben Flemming's nicht hervor, da beim Vorhandensein eines kreisförmigen Contours keineswegs die Möglichkeit ausgeschlossen ist, dass beim Wechsel der Einstellung Lücken auftreten oder dass ein so engmaschiges Oberflächennetz vorhanden ist, dass dasselbe im optischen Durchschnitt in Form eines geschlossenen, kreisförmigen, fädigen Kontours vortritt. Mindestens wird es gestattet sein, auf diese Möglichkeit hinzuweisen, da Flemming über das Verhalten der Kernkontouren beim Wechsel der Einstellung überhaupt nichts erwähnt, obschon es ganz unerlässlich ist, die dabei erhaltenen Bilder unter einander zu vergleichen, wenn man sich ein Urtheil über die Beschaffenheit der Kernhülle bilden will. Es verdient ferner der wiederholt und ausdrücklich von mir hervorgehobene Umstand Berücksichtigung, dass Lücken zwischen derberen, gefärbten Theilen der Hülle ziemlich häufig durch sehr feine, blasse und nicht färbbare Fäden überbrückt werden, dass mithin sowohl chromatische als achromatische Fäden sich an der Zusammensetzung einer und derselben Hülle betheiligen können. Nach den Angaben Flemming's ist auch nicht immer die Achromasie auf die Membran beschränkt, sondern es kann auch das Kernstroma ungefärbt bleiben; so färbten sich an einem Safraninpräparat von Spirogyra nur der Nucleolus und einzelne Körnchen, während die Membran mit dem ganzen Kerngerüst völlig blass blieb. Wenn ferner nach Haematoxylinbehandlung Färbung der Membran eintritt (Spinalganglienzelle), nach Safraninbehandlung aber nicht, so kann man derartige Membranen nicht im Allgemeinen als achro-

[1]) Der Umstand, dass eine Membran durch Druck gesprengt werden kann, dürfte nicht unter allen Umständen beweisend dafür sein, dass die Membran ganz geschlossen ist. Falls der Kerninhalt zähflüssig ist, kann die Membran wohl gesprengt werden, wenn ihre Lücken klein und in spärlicher Zahl vorhanden sind, so dass die Menge des austretenden Kerninhalts zu gering ist, um eine Ausgleichung des Drucks zu bewirken.

matisch, sondern nur als achromatisch bei Safraninbehandlung ansehen. Aus dem Nachweis des Uebergangs gefärbter Stromatheile in eine ebenfalls gefärbte Hülle folgt übrigens nicht, dass das Vorhandensein einer Chromatinhülle gebunden sei an ihren Zusammenhang mit färbbaren Stromatheilen. Unter den freien Kernen des Krebsbluts und den in Zellen enthaltenen findet sich eine Anzahl die wohl eine deutliche und ziemlich derbe, durch Anilinfarbstoffe färbbare Hülle besitzen, in ihrem Innern aber nur einzelne Knoten und kernkörperchenartige Chromatinkörper, aber kein Gerüst besitzen das sich in die Hülle einpflanzt; auf der anderen Seite enden Stromabälkchen der Kerne der Krebsblutkörper und der Kerne der Knorpelzellen mitunter frei innerhalb der Lücken der Hülle. Es kann demnach eine Chromatinhülle stellenweise fehlen beim Vorhandensein peripherer Chromatinbälkchen und die Hülle kann vorhanden sein beim Fehlen der letzteren.

In Betreff der Knorpelzellen bestreitet Flemming[1]) die Möglichkeit am frischen Objekt bei erhaltenem bindegewebigen Ueberzug die Einzelnheiten so genau zu sehen wie es von mir angegeben worden ist. Nun ist aber der bindegewebige Ueberzug an sich sehr dünn und am Rande des zugeschärft auslaufenden Sternalknorpels habe ich bei günstiger Beleuchtung die Kernstrukturen hinlänglich deutlich erkennen können, um mich davon zu überzeugen, dass sie denen von Schnitten des frischen wie denen von Schnitten des in Spiritus gehärteten und gefärbten Knorpels entsprechen. Ich muss demnach meine Befunde, gegenüber den negativen Flemming's in allen Stücken aufrecht erhalten.

Den die Knorpelzellen im optischen Durchschnitt begrenzenden fädigen Kontour habe ich kurz als Grenzfaser bezeichnet und Flemming versteht nicht ganz, wie man bei einem Zellumfang der doch die Form einer Kugelfläche oder Ellipsoidfläche hat, von einer Grenzfaser reden kann. Das Vorhandensein eines fädigen Kontours hat aber mit der Form welche die Zelle darbietet, überhaupt nicht das Geringste zu thun. Ich habe in der bezüglichen Abhandlung[2]) die Beschaffenheit der peripheren Zellschicht geschildert die wie das Innere der Zellen theils ein netzförmiges Gefüge besitzt, theils längere Fasern oder Fäden einschliesst die bald zu kleinen Bündeln vereinigt, einen parallelen Verlauf einhalten, bald sich durchkreuzen und dichter als im Zellinnern

[1]) l. c. S. 23.

[2]) Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaft vom 24. Januar 1879.

aneinander gelagert sind. Betrachtet man die Zelle im optischen Durchschnitt, so treten fädige Contouren hervor, welche durch solche Fäden der Zellperipherie gebildet werden, deren Verlaufsrichtung ganz oder zum Theil in die gerade eingestellte Durchschnittsebene der Zelle fällt und die ich desshalb kurz als Grenzfasern bezeichnet habe. Im Bereiche von Lücken zwischen denselben treten Körnchen auf, die Durchschnitte von Fasern, welche senkrecht oder schräg zur Einstellungsebene verlaufen, oder die Lücke wird ausgefüllt durch sehr zarte, blasse, feinfädige und engmaschige Netze. Auch im letzteren Fall erhält der Zelldurchschnitt eine fädige Begrenzung, dieselbe ist aber zarter und feiner und wird gebildet durch die einzelnen feinen, unter sich verbundenen Fäden, welche der äussersten Maschenreihe der am Zellumfang vortretenden Netzschicht angehören und diese Maschenreihe nach Aussen, nach der Grundsubstanz hin, abschliessen. In ganz derselben Weise betheiligen sich die der Zelloberfläche angehörenden einzelnen längeren Fäden wie Netzschichten an Bildung des Zellkontours bei Flächenansichten der Zelle. Ueberall wo die Oberfläche der letzteren nicht gleichmässig abgerundet ist, sondern wo sie steiler abfällt, tritt auch am Rande des Abhangs wieder ein fädiger Kontour deutlich hervor. Es verhält sich also hier die Rindenschicht der Zelle bezüglich ihrer Differenzirung zu zahlreicheren, dichter gestellten Fäden ähnlich zum Fadenwerk des Zellinnern wie die Kernhülle zum Kernstroma.

In Betreff der Epidermiszellen der Froschlarven glaubt Flemming, dass ich nach seinen Befunden von der Salamanderlarve eher Interzellularstrukturen als Zellstrukturen vor mir gehabt habe, indessen werden bei der Froschlarve die Zellen durch anscheinend solide, scharf gezeichnete Kittleisten von einander getrennt. Dagegen muss ich hervorheben, dass es nach meiner Darstellung den Anschein hat, als wenn durchweg in den Zellen eine netzförmige Struktur ihrer Substanz nachweisbar wäre, was keineswegs der Fall ist. Bei Anwendung einer 1000fachen Vergrösserung erscheint die Zellsubstanz in der bei Weitem grössten Mehrzahl der Zellen nur dicht- und feinkörnig oder es treten neben den Körnchen noch sehr feine und kurze Fäden hervor. Nur in einzelnen Zellen sind etwas längere, mitunter verzweigte Fäden zu unterscheiden oder es sind in geringer Ausdehnung die Fäden netzförmig verbunden. Ebenso besitzen die Kerne neben den Kernkörperchen und einzelnen fädigen Strängen meist nur

einen körnigen oder körnig-kurzfädigen Inhalt. Dass aber auch die anscheinend nur körnigen Zellen ein fädiges Gefüge besitzen, schien aus den Befunden von eingerissenen Zellen hervorzugehen, indem hier sehr feine und in Körnchen auslaufende Fäden frei vorragten. Bei Anwendung einer 1250fachen Vergrösserung sind dementsprechend auch sowohl einzelne Fäden als Fadennetze in der Zellsubstanz wie in den Kernen in einer grösseren Zahl von Epidermiszellen und ebenso auch in den Bindesubstanzellen sichtbar und die Netze erscheinen bald als geschlossene, bald sind einzelne der die Maschen begrenzenden fädigen Septa von Lücken durchbrochen. In Betreff des von mir erwähnten Fehlens von Kernen in den Epidermiszellen jüngerer Larven bemerkt Flemming, dass die Kerne nur zu blass sind um lebend gesehen zu werden, auf Essigsäurezusatz dagegen momentan vortreten. Es kommt aber, wie ich mit Bezug auf die an den Krebsblutkörpern gemachten Beobachtungen bemerke, nicht sowohl darauf an, ob ein Kern nach Zusatz von Essigsäure überhaupt „vortritt“, sondern ob er durch die letztere nur deutlicher oder ob er durch dieselbe überhaupt erst gemacht worden ist.

Klein[1]) hat Kern- und Protoplasmanetze aus den Zellen verschiedener Gewebe und drüsiger Organe von Tritonen und aus den Drüsenzellen von Säugethieren beschrieben. Die Plasmanetze zeigen zum Theil eine besondere Anordnung ihrer Fäden und in manchen, namentlich cylindrischen, gestreckten Zellen zahlreiche, der langen Axe parallele durch Querfäden verbundene Fibrillen. In den Endothelzellen des Mesenteriums von Triton und im Rete Malpighi von Säugern setzen sich die Netze von einer Zelle auf die andere fort. Die Kerne enthalten Netze von wechselnder Feinheit der Fäden und wechselnder Weite der Maschen, mitunter, wie in den sackförmigen Hautdrüsen von Tritonen mit besonderer, korbgeflechtartiger oder radiärer Anordnung der Fäden. Die Nukleolen bestehen aus derselben stark lichtbrechenden Substanz wie die Fäden des Netzes und hängen mit diesen allenthalben zusammen, sind somit nur als Verdickungen der Netzfäden zu betrachten. Die dickeren Fäden des Netzes zeigen zuweilen kleinere oder grössere Vakuolen und dasselbe ist auch der Fall mit den Nukleolen. Zuweilen ist das Netzwerk ganz gleichmässig ausgebildet und dann fehlen die Nukleolen.

Kern- und Zellnetze hängen durch die Kernmembran zusammen, an welcher Klein die Grenzlinie des Netzes und die

[1]) Quarterly journal of microscopical science, 1878 u. 1879.

eigentliche Membran unterscheiden will. In manchen Kernen fand sich dicht an der Membran und parallel zur Oberfläche des Kerns eine Lage cirkulärer Fibrillen die durch radiäre Fäden mit dem Innennetz zusammenhängen. Ueber die Beschaffenheit der Kernmembran hat sich Klein nicht näher ausgesprochen, während Pfitzner[1]) und Retzius[2]) derselben einen netzförmigen Bau zuschreiben.

Nach Pfitzner beruht das, was man als Kernmembran beschreibt (Epidermiszellen der Salamanderlarve) auf 2 Erscheinungen: „1) der optische Ausdruck einer scharfen Sonderung zwischen Kern (Kernsubstanz plus Kernsaft) und Protoplasma giebt die äussere Kontour ab; 2) durch die vorige schärfer hervorgehoben erscheint beim ruhenden Kern der wandständige Theil des dichtmaschigen Kerngerüsts auf dem optischen Durchschnitt als Membran. Jedes ähnliche Gerüstwerk muss auf dem optischen Querschnitt unbedingt den Eindruck einer Membran machen; besässe aber der Kern eine wirkliche Membran, so müsste dieselbe bei der Dicke des optischen Querschnitts auch von der Fläche als solche zu erkennen sein — man sieht aber stets nur ein Netzwerk, Auch müsste sie gelegentlich isolirt zur Beobachtung kommen, dies geschieht aber weder, wenn in Folge unerwünschter Reagentienwirkungen Vakuolen im Innern des Kerns aufgetreten sind, noch dann, wenn der Schnitt so fein ist, dass er nur Abschnitte des Kerns enthält."

Auch nach den Befunden von Retzius (Tritonen) geht den Kernen eine wirkliche Membran ab, an ihrer Oberfläche sieht man nur ein feines Maschennetz oder Gerüstwerk, welches dem in ihrem Innern befindlichen ähnlich ist; im Durchschnitt wird der Kontour durch einzelne distinkte Körnchen, die optischen Durchschnitte der feinen Fasern des Gerüstwerks gebildet und „zwischen ihnen sieht man an der Grenzkontour keine doppelte, sondern nur eine einfache Linie". An den von mir untersuchten Kernen thierischer Zellen liess die Hülle eine annähernd gleichmässig netzförmige Struktur nicht erkennen, sondern es waren in derselben derbere Körnchen und Fäden in wechselnder Vertheilung, meist aber dichter zusammengelagert als im Kerninnern, während die Lücken, so weit sie nicht leer waren, von einzelnen feinen ungefärbten Fäden durchsetzt oder von feinfädigen und sehr engmaschigen

[1]) Ueber den feineren Bau der bei der Zelltheilung auftretenden fadenförmigen Differenzirung des Zellkerns. Morphol. Jahrbuch Bd. 7.

[2]) Biologische Untersuchungen, Stockholm, 1881.

Netzen ausgefüllt wurden. Die Nukleolen fand Retzius von sehr wechselnder Form und konnte bei manchen Kernen deutlich wahrnehmen, dass ihre Fortsätze in das feine Gerüstwerk des Kerninnern auslaufen; ausserdem sah er Uebergänge zwischen Nukleolen und strangförmigen derberen Gebilden des Kerninnern.

Bezüglich der Angabe von Retzius, dass die Kerngerüste im Leben nur bei der sich theilenden Zelle wahrgenommen werden könnten, muss ich auf meine oben angeführten Befunde von den Kernen der Mundhöhlenepithelien und den Kernen der Krebsblutkörper verweisen.

Arnold[1]) sah Fäden der Kerngerüste in den Ganglienzellen, Leberzellen und Wimperepithelien die Kerngrenze nicht selten überschreiten und sich mehr oder weniger weit in das Protoplasma erstrecken.

Sehr mannichfache Kernformen sind vor Kurzem von Arnold aus den Riesenzellen vom Knochenmark von Kaninchen und Meerschweinchen beschrieben worden[2]). Neben gelappten, verästigten und genetzten mit einer deutlichen Wandschicht versehenen Kernen fand Arnold solche mit einer sehr derben, kompakten, dunklen Wandschicht die ein lichtes Innere einschliesst, andere die aus einem Gerüst netzartig verbundener Balken bestehen und solche deren Wand aus 2—3 übereinanderliegenden Schichten eines Korbgerüstes gebildet wird, das den hellen Binnenraum einschliesst, in welchem sich, wie in den Zwischenräumen des Balkengerüsts feine Körnchen und Fäden finden.

Ueber die Struktur der Kerne und der Zellsubstanz der Ganglienzellen vom Flusskrebs hat in der letzten Zeit Freud[3]) einige Mittheilungen gemacht. Der Zellkörper wird durchzogen von einem Netz mit gestreckten, um den Kern concentrisch geordneten Maschenräumen; beim Uebergang in die Netzstränge werden die feinen Fibrillen der zutretenden Nervenfaser rauher und breiter. Die Kerne überlebender Zellen besitzen eine feine Grenzlinie und enthalten ausser mehreren Kernkörpern verschieden gestaltete Gebilde, kurze, dicke Stäbchen oder lange, dünne, den Kern durchsetzende, gerade oder gewundene Fäden oder winklig geknickte, gegabelte Körper die mitunter zur Bildung zierlicher Figuren zusammentreten. Die Inhaltskörper des Kerns

---

[1]) Ueber feinere Struktur der Zellen unter normalen und pathologischen Bedingungen. Virchow's Archiv, Bd. 77.

[2]) Virchow's Archiv, Bd. XCIII.

[3]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften, Bd. 85, III. Abth. 1882.

zeigen Bewegungserscheinungen und Ortsveränderungen, die sich bald langsam, bald rasch vollziehen. Beim Absterben wird die Netzstruktur des Protoplasma undeutlich, der Kern erhält eine doppelt contourirte, dicke Membran, während seine Inhaltskörper verblassen und schwinden.

Freud erwähnt bei Besprechung der Literatur, dass er meine „vorwiegend auf die Bilder der Silberbehandlung gestützten Angaben“ über die Struktur der Ganglienzellen, soweit sie über die Angaben von Remak und M. Schultze hinausgehen, sowenig wie andere Untersucher habe bestätigen oder verwerthen können. Bei Literaturbesprechungen setzt man als selbstverständlich die Kenntnissnahme der besprochenen Arbeiten voraus, Freud scheint dagegen dieses Vorurtheil überwunden zu haben. Dass er meine bezüglichen Arbeiten überhaupt nicht gelesen hat, geht schon aus der Aeusserung hervor, dass sich meine Befunde wesentlich auf die durch Silberbehandlung erhaltenen Bilder stützen sollen, während ich die Zellen vorwiegend frisch (in Hühnereiweiss), ausserdem in den schwachen Chromsäurelösungen M. Schultze's und an gehärteten und gefärbten Präparaten untersucht habe. Wenn Freud sich genauer um die Literatur bekümmert hätte, würde ihm nicht unbekannt geblieben sein, dass eine ganze Anzahl Beobachter meine Befunde in grösserer oder geringerer Ausdehnung bestätigt haben; auch die fädigen Bildungen, welche Freud im Innern der Kerne wahrgenommen hat, sind in ähnlicher Weise schon von mir und anderen Beobachtern in den Ganglienzellenkernen von Wirbelthieren wahrgenommen worden, wie Freud hätte wissen können. Es ist Freud ausserdem entgangen, dass ich die Plasmanetze in den Ganglienzellen vom Flusskrebs bereits vor längerer Zeit wahrgenommen und hervorgehoben habe, dass die Netze in spindelförmigen Zellen eine streifige und der Längsaxe der Ausläufer parallele Zeichnung hervorrufen, während in rundlichen oder ovalen Zellen die Fadennetze in der Umgebung des Kerns häufig concentrisch zur Peripherie desselben geschichtet scheinen.

Besonderheiten in der Art der Anordnung der Stromafäden im Kern sind von Eimer[1]) beschrieben worden der in Zellen aus den Geweben von Wirbellosen und von Wirbelthieren das Kernkörperchen von einer Schicht hyaliner Substanz umschlossen sah, deren Oberfläche mit Körnchen besetzt ist die im Durch-

[1]) Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XIV.

schnitt in Form eines Körnchenkreises vortreten. Von diesen Körnchen ziehen Fäden radiär zum Kernkörperchen, in einzelnen Fällen waren aber auch Verbindungsfäden zwischen den Körnchen des Körnchenkreises und zwischen ihnen und benachbarten Körnchen des Kerninhalts nachzuweisen. Als besonders günstige Objekte für Wahrnehmung der Kernstrukturen bezeichnet Eimer die Kerne der Quallen.

Eigenthümliche Inhaltskörper des Kerns hat neuerdings Balbiani[1]) in den Kernen der Speicheldrüsen und in den Kernen der Gewebe von Chironomus gefunden. Der Kern enthält 2 grosse vakuolenhaltige Nukleolen und einen blassen, verhältnissmässig derben Strang der in den meisten Fällen mit seinen beiden Enden in die Mitte der Nukleolen übergeht und aus halbfesten, durch eine flüssige Substanz von einander getrennten Querscheiben besteht. Bei älteren Larven ist der Strang oft in mehrere Fragmente zerfallen, auch wurde oft eine Längsspaltung desselben beobachtet. Eine allgemeinere Bedeutung scheint aber nach Flemming's Angaben diesen Befunden nicht zuzukommen.

Bezüglich der wechselnden Beschaffenheit des Kernstroma und der Kernmembran, des Zusammenhangs der letzteren mit dem Kernstroma und mit Plasmanetzen, des Durchtretens von Kernfäden durch Lücken der Membran und der dadurch vermittelten direkten Verbindung zwischen Theilen des Zellkörpers und solchen des Kerninnern fand ich ganz ähnliche Verhältnisse bei der Untersuchung von Pflanzenzellen[2]). Dieselben erwiesen sich in mehrfacher Beziehung und auch insofern als günstigere Untersuchungsobjekte, weil häufig die Verhältnisse einfacher waren als an den von mir untersuchten thierischen Zellen. So trifft man nicht selten Kerne die ganz aus Netzen von gleichartiger Beschaffenheit bestehen, kein derberes Stroma neben einem zarten und auch keine besondere Hülle besitzen. Die Netze sind dann entweder blass, sehr feinfädig und engmaschig oder derbfädig, ziemlich stark glänzend und weitmaschig, so dass bei Scheitelansichten der Kerne die weiten Maschen einen freien Einblick in die benachbarten Theile des Kerninnern gestatten. Die Netze besitzen, je nachdem die Maschen gleichmässig rund oder oval, quadratisch oder rechteckig sind, im ersteren Fall ein

---

[1]) Sur la structure du noyau des cellules salivaires chez les larves de Chironomus. Zoolog. Anzeiger 1881.

[2]) Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzellen. Jena 1880.

siebförmiges, im letzteren ein gitterförmiges überaus zierliches Aussehen. Gitterförmige Netze können nicht unter allen Umständen als Netze erkannt werden, wie sich mit Hülfe eines kleinen Modells leicht anschaulich machen lässt. Wenn mehrere einfache Netzlamellen mit quadratischen oder rechteckigen Maschen parallel miteinander und unter einem Winkel von 45⁰ zur Horizontalebene aufgerichtet (über einen kleinen Holzrahmen aufgezogen) sind und die Knotenpunkte je zweier benachbarter, um die Weite eines Maschenraums von einander entfernter, Lamellen miteinander unter Bildung von rechten Winkeln durch Fäden verbunden werden die ebenfalls mit der Horizontalebene einen Winkel von 45⁰ machen, so entsteht eine Netzschicht, in welcher sämmtliche Maschen eine quadratische oder rechtwinklige Form besitzen. Wenn eine so beschaffene und so gerichtete Netzschicht in die Gesichtsebene des Mikroskops tritt, wird man Netze überhaupt nicht, sondern nur parallele, in regelmässigen Abständen mit Körnchen besetzte Fäden und ausserdem kurze Fäden wahrnehmen können die von den Körnchen schräg auf und absteigen und bald ganz verschwinden. Ob Netzschichten mit gleichbleibender Weite und mit der gleichen regelmässigen Form ihrer Maschen in grösserer Ausdehnung vorkommen, bleibt dahingestellt, immerhin wird zu berücksichtigen sein, dass beim Vortreten feiner paralleler Fäden eine Körnelung derselben auf das Bestehen von netzförmigen Verbindungen zwischen ihnen hinweisen kann, auch dann, wenn solche Verbindungen in der Gesichtsebene nicht vorhanden sind.

Bei Bildung gitterförmiger Netze werden an der Verbindungsstelle, dem Knotenpunkt von je 4 Netzfäden 4 rechte Winkel gebildet, es entsteht aber mitunter ein gitterförmiges Aussehen auch dann, wenn feine, parallele Fibrillen von feinen, darüber liegenden und ebenfalls parallelen Fibrillen rechtwinklig gekreutzt werden, so dass es sehr genauer Einstellung bedarf, um sich über den Sachverhalt zu orientiren. Ausser runden, ovalen, quadratischen oder rechteckigen Maschen finden sich solche von unregelmässig 3 oder 4eckiger, sowie von regelmässig oder unregelmässig polygonaler Form, häufig mit abgestumpften Winkeln. Kerne mit blassen, feinfädigen und engmaschigen Netzen und andere mit weitmaschigeren, derber fädigen und glänzenderen Netzen finden sich in den Epidermis — und den chlorophyllhaltigen Mesophyllzellen der Blätter von Aloe arborescens und grandidentata, von Sanseviera carnea und von Dracaena. Andere Kerne schliessen zwar auch feinfädige und engmaschige

Netze ein, daneben aber noch ein Gerüst von derberen, zum Theil verzweigten Fäden und Strängen wie von knotigen Bildungen die überall mit den umgebenden Netzen, zum Theil aber auch untereinander und mit der Hülle zusammenhängen. Nach Form, Menge und Art und Weise der Vertheilung und Verbindung der das derbere Gerüst constituirenden Theile zeigt dasselbe ausserordentliche Verschiedenheiten. Wo es sich findet ist in der Regel auch eine deutliche, aus derberen Körnchen und Fäden zusammengesetzte Hülle vorhanden, deren Lücken offen stehen, von Netzen oder einzelnen austretenden Fäden durchsetzt oder von sehr feinen Fäden überbrückt werden. Die Lücken zwischen den Gerüstbalken werden statt von Netzen häufig von feineren Fäden durchsetzt die zwar auch mit den Gerüstbalken und unter sich zusammenhängen, aber sich nicht zur Bildung geschlossener Maschen verbinden, sondern vielfach überschneiden. In den centralen Abschnitten der Kerne von Aloe arborescens und grandidentata finden sich nicht selten ziemlich grosse, unregelmässig begrenzte und von homogener Kernsubstanz ausgefüllte Räume, ausserdem schliessen Schichten der letzteren häufig das oder die Kernkörperchen ein und können den doppelten Durchmesser der letzteren erreichen. — Ziemlich häufig sind ferner Kerne die ein fein- oder derbkörniges Aussehen besitzen, neben den Körnchen häufig noch sehr kurze und vereinzelte längere Fäden einschliessen, aber weder ein derberes, gerüstförmiges Stroma enthalten, noch eine Netzstruktur erkennen lassen. Die Kerne mit derberen Körnchen besitzen in der Regel auch eine deutliche Hülle.

Bezüglich der Beschaffenheit ihrer Membran boten in Pflanzenzellen die Kerne mit derberem Stroma häufig ein ähnliches Verhalten wie ich es früher bezüglich der Knorpelzellen geschildert habe. Zur Untersuchung der Beschaffenheit der Membran im Bereiche des Kernscheitels können natürlich nur freiliegende, weder von Chlorophyllkörpern, noch von geformten Theilen des Zellplasmas umgebene Kerne verwendet werden, am besten nach vorgängiger Färbung. Bei vorsichtiger Einstellung der Kernoberfläche zeigt die Membran bald nur ein undeutlich matt, mehr oder weniger fein und dicht granulirtes oder wie chagrinirtes Aussehen, oder es treten Gruppen deutlicher zu unterscheidender, dicht gestellter feiner und derberer Körnchen, neben denselben kurze und hie und da auch längere und derbere Fäden sowie einzelne knotige, mit kurzen Fortsätzen versehene oder in längere Fäden auslaufende Gebilde hervor. Vereinzelte Lücken zwischen

diesen Theilen sind bald sichtbar, bald nicht. Im Bereiche der zwischen Kernscheitel und dem gewöhnlich eingestellten grössten, äquatorialen Durchmesser gelegenen Kernabschnitte tritt die Membran in Form eines deutlich wahrnehmbaren Kontours nur so weit vor, als die Wölbung des Kerns eine relativ steile ist, da im anderen Fall immer gleichzeitig die Theile des unmittelbar angrenzenden tiefer liegenden Abschnitts des Kernumfangs im Diffusionsbild gesehen werden. Es werden im ersten Fall ähnliche fädige und fädig-körnige Kontouren sichtbar, wie innerhalb des äquatorialen Durchmessers und zeigen mitunter ebenso wie im Bereiche des letzteren an wechselnden Stellen grössere und kleinere Unterbrechungen. Will man sich nun ein Bild von der Zusammensetzung der Kernmembran machen, so ist dies nur möglich bei Vergleichung des Befundes bei Ansicht des Kernscheitels mit dem des optischen Membrandurchschnitts. Die Befunde von dicht gestellten Körnchen oder von kurzen Fäden würden dann solchen Durchschnittsbildern entsprechen, wo sich zwar ein fädiger Kontour findet, der aber bei genauerer Betrachtung sich aus einzelnen dicht zusammengedrängten Körnchen und einzelnen Fadenstücken zusammengesetzt erweist, etwa wie der Durchschnitt durch ein Strassenpflaster, in welches eine Anzahl längerer, schmaler Platten eingefügt sind. Es finden sich aber im Durchschnitt auch ununterbrochene, glatte, nicht körnige Kontouren, die den Kern ganz oder zum grössten Theil umgreifen. Da mitunter die Fäden der Membran spangen- oder rippenförmig die Kernoberfläche umgreifen, so können solche Fäden, wenn sie zufällig in der gerade eingestellten Durchschnittsebene liegen als Kontouren vortreten; dass sie aber selbständige Fäden sind, lässt sich ihnen nicht ansehen und da man den Kern nicht umdrehen und sein Durchschnittsbild mit dem Bild der Scheitelfläche vergleichen kann, lässt sich unter diesen Umständen das Vorhandensein einer continuirlichen, im Durchschnitt als fädiger Kontour vortretenden Hülle nur dann ausschliessen, wenn beim Wechsel der Einstellung Lücken innerhalb des Kontours vortreten, oder wenn der neu vortretende Kontour den vorher sichtbaren überschneidet, wie ich dies schon bezüglich der ähnlichen Bilder bei den Kernen der Knorpelzellen hervorgehoben habe. In Fällen wo dies nicht gelingt, kann der glatte, fädige Kernkontour der Ausdruck einer continuirlichen, nicht durchbrochenen Membran sein, indessen lässt sich auch dann die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass zwar ein sehr dichtes netzförmiges Gefüge besteht,

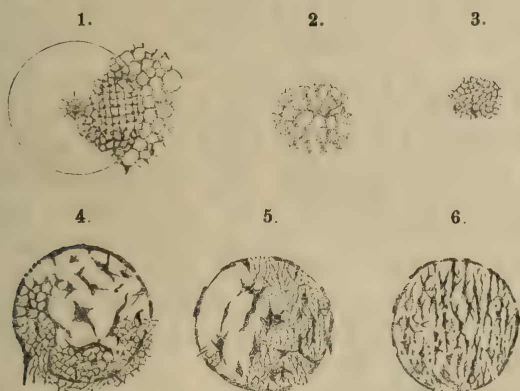
dass aber die Maschen desselben zu klein sind um wahrnehmbare Unterbrechungen des Kontours hervorzurufen. Ganz dasselbe gilt auch für die anscheinend solide Wandung von Kernkörperchen mit körnig-fädigem oder netzförmig differenzirten Innern, da bei einer gewissen Enge der Maschen dieselben wegen der entstehenden Diffusionsbilder nicht mehr unterschieden werden können, wenn die begrenzenden Fäden übereinander liegen, während Maschen von grosser Enge noch unterschieden werden können, wenn die begrenzenden Fäden in derselben Ebene nebeneinander liegen.

Manche Kerne besitzen eine sehr derbe, glänzende, nach Innen nicht scharf abgegrenzte, durch Verdichtung und Homogenwerden der ganzen peripheren Kernschicht zu Stande gekommene Membran die in den Kernen der subepidermoidalen Zellen von Aloe grandidentata mitunter eine sehr auffallende Dicke erlangt. Andere der zum Theil ungewöhnlich grossen Kerne dieser Zellen sind durch ihr ausserordentlich derbes und weitmaschiges Stroma in noch höherem Grade ausgezeichnet als die entsprechenden Kernformen in den Zellen der Blätter von Sansevieria carnea. Ausserdem aber liess sich an gefärbten Kernen mit sehr derbfädigem und weitmaschigen Membrannetz mit voller Sicherheit nachweisen, dass manche der weiteren wie der engeren Maschen des letzteren von einer Membran überspannt wurde, in welche die Netzbälkchen in ähnlicher Weise eingelassen sind, wie die Zehen in der Schwimmhaut. Die Membran war deutlich gefärbt, obschon schwächer als die Bälkchen und schloss mitunter einige kleinere oder grössere, runde oder ovale, helle, scharf begrenzte und leere, ungefärbte Lücken ein. Beim Vorhandensein solcher Lamellen wird natürlich im optischen Durchschnitt das Bild eines anscheinend fädigen, ungleich dicken, ringförmigen oder unterbrochenen Kontours entstehen, je nachdem eine Membran den Kern innerhalb der Einstellungsebene ganz oder theilweise umschliesst, von Lücken durchbrochen ist oder nicht.

Um sich ein anschauliches Bild der geschilderten Strukturverhältnisse zu machen, braucht man sich nur der von einem Fadennetz umstrickten Spielbälle zu erinnern. Denkt man sich den Raum, welchen der Ball ausfüllt, eingenommen von Netzen, welche die gleiche Beschaffenheit besitzen wie das umstrickende Netz, in der Peripherie mit dem letzteren, im Centrum mit dem Kernkörperchen zusammenhängen, so ist damit die einfachste Form der Netzstruktur gegeben. Von der Weite der Maschen und der

Stärke der Maschensepta hängt die grössere oder geringere Deutlichkeit ab, mit welcher die Netze vortreten. In vielen, vielleicht den meisten Fällen, sind aber die Strukturverhältnisse nicht so einfach, sondern Hülle und Stroma zeigen einen zusammengetzteren Bau. Die Hülle besteht, soweit sie gesonderte Formelemente überhaupt deutlich unterscheiden lässt, aus dicht zusammengedrängten und in sehr wechselnder Weise angeordneten Körnchen und Fäden, lässt eine netzförmige Struktur, wenn überhaupt, so nur in beschränkter Ausdehnung erkennen und weist Lücken in wechselnder Zahl und Grösse auf; ebenso erhält das Kerninnere ein ganz anderes Aussehen, wenn dasselbe von derberen verzweigten Fäden und Strängen durchzogen wird und daneben noch knotige und kernkörperchenartige Bildungen einschliesst. Die Lücken des derberen Stroma sind dann bald leer, bald werden sie von feinfädigen Netzen oder überhaupt von feineren Fäden und Körnchen, resp. Fadendurchschnitten eingenommen.

Zur Erläuterung des Gesagten mögen die folgenden Abbildungen dienen.



Der Kern 1 enthält theils sieb- theils gitterförmige, mit dem Kernkörperchen wie mit den umschliessenden weitmaschigen Plasmanetzen zusammenhängende Netze; eine besondere Kernmembran fehlt hier ganz und der Kern erscheint innerhalb der Plasmanetze nur wegen der grösseren Enge seiner Netzmaschen als besonderer Körper. Kerne von ähnlicher Beschaffenheit finden sich in den Zellen des Mesophyll's von Dracena und Aloe.

In 2 und 3 sind Scheitelansichten zweier Kerne aus den Pallisadenzellen der Blätter von Sanseviera carnea abgebildet; eine besondere Kernhülle fehlt hier ebenfalls, die Netze der Ober-

fläche haben ganz die gleiche Beschaffenheit wie die des Kerninnern, sind in 2 sehr weit — in 3 engmaschig.

In 4, 5 und 6 besitzen die Kerne ein derberes und ein feineres Stroma und eine deutliche Hülle. Das feinere Stroma wird in 4 durch Netze, in 5 durch ein Reiserwerk von Fäden gebildet, die zwar vielfach unter sich und, wie die Netze, mit den derberen Stromatheilen und mit der Hülle zusammenhängen, aber nur hie und da geschlossene Maschen umgrenzen. In 6 verlaufen die derberen Stränge vorwiegend in der längeren Axe des Kerns, theilen sich vielfach und laufen in feinere Fäden aus, die unter sich wie mit der Hülle zahlreiche Verbindungen eingehen, aber ebenfalls keine Netze bilden. Die Hülle zeigt bei allen 3 Kernen zahlreiche Unterbrechungen; einzelne Lücken werden von Körnchen und von austretenden Fäden durchsetzt, andere durch feine Fäden oder, wie in 4 links oben, durch eine Körnchenreihe überbrückt. Kerne von dieser Beschaffenheit finden sich in den Zellen des Mesophyll's von Aloe, Dracaena und Sanseviera.

Den geschilderten ähnliche Struckturverhältnisse bieten auch die Kerne der Krebsblutkörper wie die freien Kerne des Krebsbluts dar. Dieselben zeigen sehr beträchtliche Verschiedenheiten, nach Beschaffenheit und Art und Weise der Anordnung der Theile ihres Stromas und ihrer Hülle, wenn auch die Mehrzahl derselben den auf Taf. I in Fig. 1*d*, 2*c*, 3*c*, 4*b*, 6*c*, 7*c*, 8*c* und 10*e* abgebildeten gleicht. Die Membran setzt sich aus mehr oder weniger derben Körnchen und aus fädigen, kürzeren oder längeren, mitunter stäbchen- oder spangenartigen, nicht selten mit zackigen oder knotigen Prominenzen besetzten Bildungen zusammen, die mehr oder weniger dicht aneinander gelagert sind. Bei Ansichten der Kernoberfläche treten bald nur ziemlich gleichmässig dicht gestellte Körnchen vor, zwischen welche mitunter einzelne grössere, eckige, unregelmässig gestaltete Körper eingeschaltet sind, bald sind die Körnchen etwas weiter von einander gerückt und untereinander zum Theil durch sehr kurze Fadenstücke verbunden oder es ziehen einzelne längere und derbere Fäden zwischen ihnen über die Oberfläche des Kerns hin. Ausser den Membranlücken treten an der Kernoberfläche auch Stellen vor wo dieselbe ein homogenes oder ganz undeutlich granulirtes, mattglänzendes Aussehen, darbietet und mitunter einzelne stärker brechende, deutlicher umschriebene Körnchen einschliesst. Wie beim Wechsel der Einstellung so wechselt auch beim Hin- und Herflottiren wie beim langsamen Rotiren der Zellen mit Aende-

rung des Durchschnittsbildes die Beschaffenheit und Anordnung der die Hülle constituirenden Elemente.

Das Stroma besteht aus einzelnen derben, zackigen, zum Theil in feine Fäden auslaufenden kernkörperchenartigen Gebilden, aus derberen Fäden und Strängen die sich häufig theilen, mit den letzteren wie mit der Hülle und untereinander Verbindungen in wechselnder Häufigkeit eingehen, sehr oft aber kein zusammenhängendes, gleichmässig das Kerninnere durchziehendes Gerüst bilden. Beim Fehlen derberer Stromatheile finden sich in grösserer Häufigkeit feine Fäden und deren Durchschnitte oder Netze, welche einen grösseren oder geringeren Theil des Kerninnern einnehmen.

Auf Tafel II in Fig. 14—18 sind theils Kerne mit einer von der gewöhnlichen etwas abweichenden Beschaffenheit ihrer Hülle und ihres Stroma abgebildet, theils successive Durchschnittsbilder ein und desselben Kerns.

Die Kerne *a—e* Fig. 14 besitzen theils eine ungewöhnlich derbe, solide oder nur von vereinzelten Lücken durchbrochene Hülle die durch bauchige, zackige und knotige Vorsprünge die Lichtung verengt, theils enthalten sie ungewöhnlich derbe Knoten und Stränge.

Die Kerne *a—h,* Fig. 15, besitzen dagegen zum grössten Theil ein ziemlich dichtes Stroma und eine zartere, nur partielle Verdickungen aufweisenden Hülle. In *b, c* und *d* wird das Kerninnere ziemlich vollständig von engmaschigen Netzen eingenommen die theils mit der Hülle, theils mit den ausgezackten Strängen und Kernkörperchen zusammenhängen. Am unteren Umfang von *b* und am oberen und unteren Umfang von *d* fehlt die Hülle ganz und die Kerngrenze wird hier lediglich durch Netzfäden gebildet; am unteren Umfang von *c* ist in eine grössere Lücke der Hülle ein Faden so eingeschaltet, dass er mit dem einen Ende sich unter die Hülle schiebt, mit dem anderen dagegen über dieselbe ausgreift. *e—h* sind Durchschnittsbilder von Kernen oberhalb ihres äquatorialen Durchmessers, dessen Umfang durch die Schattirung angedeutet ist. Am oberen linksseitigen Umfang von *e* und am unteren Umfang von *f* fehlt eine besondere Hülle und statt ihrer wird die Kerngrenze nur durch die peripheren Körnchen gebidet. Von der Hülle des Kerns *g* erstrecken sich zackige, spitz auslaufende Fortsätze in das Kerninnere, welches eine Anzahl spindelförmiger, verzweigter Stromakörper enthält. In *h* läuft die Hülle am oberen linksseitigen Umfang in eine Körnchenreihe aus

und hängt in ihrer übrigen Ausdehnung mit den Netzen des Kerninnern überall zusammen.

Fig. 16 *a* und *b*, derselbe Kern in der Ebene seines grössten Durchmessers und in der Ebene seines oberen Abschnitts. Bei *a* läuft im Bereiche der Lücke am unteren Umfang die Hülle in Fäden aus die sich übereinander schieben; bei *b* finden sich mehrere kleinere Kontourlücken und eine grössere am rechten Umfang, welche durch eine Körnchenreihe ausgefüllt wird.

Fig. 17, *a*, *b* und *c*, 3 übereinander liegende Durchschnittsbilder desselben Kerns die mit Aenderung seiner Form auch einen Wechsel in der Beschaffenheit der Hülle und der Stromatheile zeigen. Die Hülle ist von einer Anzahl Lücken durchbrochen und wird am oberen Umfang von *a* und *b* durch einen feinen Faden gebildet.

Fig. 18, *a*—*d* 4 successive Durchschnittsbilder desselben Kerns die ebenfalls mit abnehmender Grösse einen Wechsel seiner Form wie der Beschaffenheit der Hülle und des Stromas darbieten, am auffallendsten bei *c*, wo der obere linksseitige Umfang durch eine Körnchenreihe begrenzt wird, während im unteren Kernabschnitt eine Netzschicht vortritt. Bei *d* sind die Kontouren bis auf den oberen Umfang wieder vollständig, während das Innere ein sehr verändertes Aussehen erhalten hat durch lange, zum Theil verzweigte Fortsätze die sich rechts von der Hülle bis weit in das Innere hinein erstrecken.

XII. Struktur der Epidermiszellen des Hühnchens in der letzten Woche der Bebrütung.

Vor einiger Zeit habe ich die Strukturverhältnisse der Epidermis und des Rete Malpighi von jungen, seit einem oder 2 Tagen aus dem Ei geschlüpften Hühnchen geschildert[1]). Die Struktur der Epidermiszellen ist hier namentlich wegen des Verhaltens des Kernstromas zu den fädigen Strukturen des Zellkörpers von Interesse. Während sehr häufig der Kern in den Zellen nur desshalb als ein besonderer Körper vortritt weil er derbere Formelemente in dichterer Stellung enthält als der Zellkörper, findet in den Epidermiszellen vom Hühnchen gerade das Gegentheil statt, der Kern enthält geformte, derbere Theile in geringe-

[1]) Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. XIV.

rer Menge als die Zellsubstanz und erscheint desshalb lichter als die letztere. Eine besondere, den Kern deutlich abgrenzende und ihm zugehörige Membran fehlt und die der Kerngrenze entlang ziehenden Fäden gleichen nach Stärke, Brechungsvermögen und ihrem Verhalten zu Farbstoffen vollständig den Fäden des Zellkörpers, biegen auch mitunter vom Kernumfang aus um sich in dem letzteren zu verlieren.

Abweichende Strukturverhältnisse boten am 17ten—19ten Tage der Bebrütung die Zellen in den tieferen Epidermisschichten dar. Dieselben enthalten theils zierlich genetzte Zellen, die einen Kern überhaupt nicht oder nur das Rudiment eines solchen besitzen, theils Zellen, die von mehr oder weniger dicht gestellten Körnern ziemlich gleichmässig erfüllt werden und nur zum Theil in ihren centralen Abschnitten eine rundliche oder ovale Lücke von der Form und Grösse eines kleinen Kerns aufweisen welche feinere, aber nicht färbbare Stromatheile enthält.

Der Körper der Körnerzellen wird ganz oder zum bei Weitem grössten Theil eingenommen von runden oder ovalen, mitunter zu keulen- oder stäbchenförmigen Gebilden verlängerten oder zu derben knorrigen, wurst- oder rankenförmigen Strängen verschmolzenen Körnern. Dieselben hängen untereinander vielfach durch Fäden von wechselnder Feinheit zusammen, welche die zwischen ihnen, wie die zwischen den stäbchen- und strangförmigen Gebilden befindlichen schmalen und hellen Spalten durchsetzen. Hie und da bleiben aber zwischen den Körnern grössere, rundliche oder ovale Lücken frei die bald nur dem Raum entsprechen welchen 1—2 Körner einnehmen, bald grösser sind, Form und Grösse eines Kerns, aber nicht dessen Charaktere besitzen. Den grösseren wie den kleineren Lücken fehlt eine eigene Begrenzung ganz, sie enthalten blasse und feine Körnchen und Fäden die in der Peripherie sich in die Spalten hinein erstrecken, welche die umschliessenden Körner von einander trennen und die den Körnchen und Fäden gleichen, welche in der ganzen Ansdehnung der Zellen in diesen Spalten sichtbar sind. Die Körner werden durch nicht alaunhaltige, mit etwas Ammoniak versetzte Hämatoxylinlösung und durch Karmin dunkel gefärbt, die Lücken färben sich gar nicht oder es nehmen nur die in ihnen eingeschlossenen Körnchen und Fäden eine schwache Färbung an. Von einem Kern ist auch nach der Karmin- und Hämatoxylinbehandlung nichts wahrzunehmen.

Der Körper der Netzzellen wird in seiner ganzen Ausdeh-

nung von weitmaschigen Netzen durchzogen, die bald überall ziemlich die gleiche Beschaffenheit darbieten, bald in dem Zellinnern weitere Maschen und derbere Septa besitzen als in der Peripherie. Ein Theil der Netzzellen schliesst weder einen Kern noch irgend auffallende Anhäufungen der die Netze bildenden Substanz ein, in anderen Zellen sind an Stelle der Knotenpunkte der Netzfäden hie und da Körner eingelagert und in grosser Häufigkeit finden sich Zellen in welchen die Netzfäden von einem derben centralen Körper, seltener von einem Paar derselben ausstrahlen. Es sind derbe, knotige, strang-, sichel- oder halbmondförmige Gebilde die einen ziemlich starken Glanz besitzen und nach ihrer Form und Grösse wie nach Art der Vertheilung der von ihnen abgehenden Fäden sich viel eher mit Kernkörperchen und mit verästelten Strängen aus dem Innern von Kernen als mit Kernen selbst vergleichen lassen. Beim Fehlen von Netzen sind in manchen Zellen nur kleine, unregelmässig gestaltete Knötchen im Zellinnern vertheilt von denen Fäden ausgehen die sich in der sehr fein und blass granulirten Zellsubstanz verlieren; ein centraler strang- oder kernkörperchenartiger Körper kann gleichzeitig vorhanden sein oder fehlen.

Durch Hämatoxylin und Karmin werden die centralen Körper und derbere Netzknotenpunkte dunkler gefärbt als die Netzfäden.

Auf Zusatz von Essigsäure ziehen sich, auch nach starker Verdünnung derselben, die Netzzellen stark zusammen, der Zellkörper bekommt unter Schwinden der Netze eine sehr feine, blasse und gleichmässig dichte Granulirung und statt eines centralen homogenen, glänzenden Körpers tritt jetzt ein rundliches, ovales oder längliches, mitunter biskuitförmiges Klümpchen einer granulirten Substanz vor, deren Körnchen etwas derber und stärker brechend sind als die des Zellkörpers. Die Körnerzellen ziehen sich bei Einwirkung der Säure ebenfalls unter Aenderung ihrer Form beträchtlich zusammen, die Körner verblassen und die ganze Zelle bekommt ein gleichmässig blass-fein und dichtkörniges Aussehen, ohne dass auch jetzt von einem Kern das Geringste zu sehen wäre.

Die mitgetheilten Beobachtungen zeigen in der unzweideutigsten Weise, dass beim Fehlen eines Kerns ein Körper, der nach seinem Verhalten zu Farbstoffen als ein Nuklein oder als nukleinhaltig angesehen werden muss, die besonderen, wechselnden Strukturen der Zelle bedingen und durch dieselbe in ihrer ganzen Ausdehnung verbreitet sein kann. Eine centrale Anhäu-

fung seiner Substanz, die sich als Aequivalent eines Kerns ansehen liesse, ist häufig vorhanden, fehlt aber in anderen Zellen ganz.

In den Zellen der obersten Epidermisschicht werden die Kerne bald nur ebenso stark und nur das Kernkörperchen tiefer gefärbt als die fädige Substanz des Zellkörpers, bald wird der ganze Kern etwas dunkler gefärbt als die letztere.

An Stelle des noch nicht überall entwickelten Rete M. findet sich eine Keimschicht in Form einer feinkörnigen Masse, in welche derbere Körnchen und Kernkörperchen in wechselnder Menge eingestreut sind. Die letzteren sind mitunter in kleine Schichten homogener Substanz eingebettet, scheinen in Gewebslücken zu liegen. In Essigsäure hellt sich die feinkörnige Masse auf, während die derberen Körnchen und die Kernkörperchen schärfer vertreten, aber weder durch Hämatoxylin noch durch Essigsäure wird ein Kern sichtbar gemacht.

XIII. Ueber die Struktur der Fettzellen und ihrer Membran[1]).

Der von mir früher geführte Nachweis, dass in die Membran mancher Pflanzenzellen sich Protoplasmafäden einsenken und dass beim Dickenwachsthum der Membran wandständige Lamellen geformten Protoplasmas in die Zusammensetzung der jüngsten Membranlamelle eingehen, hatte die Frage nahe gelegt, ob nicht unter Umständen die Membran thierischer Zellen ein analoges Verhalten darbiete und die letztere nicht sowohl oder nicht allein aus einer Verdichtung der peripheren Protoplasmaschicht als aus einer chemischen Umwandlung derselben hervorgegangen sei. Es schien dies wenigstens in Betreff der Fettzellen nicht unwahrscheinlich, da die Membran derselben häufig ein ganz homogenes Aussehen besitzt und im optischen Durchschnitt auch von wandständigen Protoplasmaschichten ziemlich scharf gesondert erscheint. Zur Untersuchung diente Muskelfett der Katze und Fett aus dem Mesenterium des Meerschweinchens.

Das Protoplasma der Fettzelle findet sich vorwiegend in der Umgebung des Kerns, mitunter aber auch noch an anderen Stel-

---

[1]) Sitzungsbericht der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaften vom 10. Nov. 1882.

len des Zellumfangs oder auch im Zellinnern in Form unregelmässig begrenzter Schichten. Auch Flemming[1]) erwähnt das Vorkommen körniger, durch Karmin färbbarer Massen im Zellinnern. Das Protoplasma ist feinkörnig oder lässt neben den Körnchen noch sehr kurze, zum Theil mit ihnen zusammenhängende Fäden, aber nur selten überaus engmaschige Netze wahrnehmen. Der Kern besitzt eine deutliche Hülle, ein dicht und meist ziemlich gleichmässig fein granulirtes Innere und ein mitunter körniges Kernkörperchen. Auch im Kern sind Netze nur selten und bei der grossen Feinheit ihrer Fäden und der Enge der Maschen nur schwer wahrzunehmen. Kern und Protoplasma werden bald von der Membran umschlossen, bald nicht, und im letzteren Fall zeigt das Protoplasma im Durchschnitt eine zarte, fädige oder körnige, mitunter durch kleine Lücken unterbrochene Kontourlinie, die sich in die membranösen Abschnitte fortsetzt. Der Kern wird nicht selten nur an den Polen oder an diesen und im Bereiche seines dem Zellinnern zugewendeten Umfangs vom Protoplasma umschlossen, liegt dagegen mit seinem äusseren Umfang frei und betheiligt sich in der Ausdehnung des letzteren an der Bildung der Zellgrenze. Besitzt dagegen die Zelle auch im Bereiche des wandständigen Protoplasma eine Membran, so ist dieselbe von der Kernoberfläche bald durch einen schmalen Spalt getrennt, bald mit der Kernhülle verschmolzen. Ziemlich häufig sind auch in der unmittelbaren Umgebung des Kerns nur sehr spärliche Protoplasmareste vorhanden.

Die Zellmembran besitzt ein blass granulirtes oder homogenes Aussehen, wird durch Carmin und Anilinfarben nicht oder nur sehr schwach gefärbt, während nach Goldbehandlung die granulirten Abschnitte eine lichtere oder dunklere blaugraue oder violette Färbung annehmen, aber auch dann (an durch Alkohol- und Terpentinbehandlung aufgehellten Präparaten) die Körnchen nicht so deutlich vortreten lassen, wie innerhalb des unveränderten Protoplasmas. Ziemlich häufig finden sich Zellen mit nach Goldbehandlung theilweise gefärbter, granulirter, theilweise nicht oder sehr wenig gefärbter, blass und undeutlich granulirter oder ganz homogener Membran. Die homogenen ungefärbten Membranabschnitte schliessen mitunter kleine Inseln granulirter und gefärbter Membransubstanz ein und erhalten dadurch ein etwas scheckiges Aussehen, während in den gefärbten Membranabschnitten sich

---

[1]) Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XII.

ausser dicht gestellten Körnchen noch feine und meist kurze Fäden wie vereinzelte, wie es scheint aus verschmolzenen Körnchen gebildete Platten und Streifen unterscheiden lassen. Im optischen Durchschnitt bildet die Membran einen fortlaufenden fädigen Kontour, der je nach Beschaffenheit der letzteren ein ganz glattes oder ein granulirtes Aussehen darbietet und eine wechselnde Dicke besitzt; der Innenfläche der Membran sind in manchen Zellen leistenförmig vorspringende Schichten verdichteten Protoplasmas angelagert, die nicht blos durch Goldchlorid, sondern auch durch Karmin und Anilinfarben ziemlich dunkel gefärbt werden und aus vergrösserten und zum Theil verschmolzenen, sonst aber nicht weiter veränderten Körnchen gebildet zu sein scheinen.

Die Membranen benachbarter Zellen sind vielfach unter einander zur Bildung einfacher derber Zellscheidewände verschmolzen, ausserdem aber verschmelzen die Zellmembranen mit den Wandungen benachbarter Kapillaren und wie es scheint, auch mit Ausläufern von Bindegewebszellen und mit Bindegewebsfasern. Die letzteren verbreiten sich in wechselnder Menge und Stärke zwischen den Fettzellen, lassen sich von einer zur andern verfolgen, treten zum Theil gleichzeitig mit der Granulirung der Membran deutlich vor und enden fein auslaufend auf der letzteren nach vorgängigen Theilungen. An mit Gold behandelten Präparaten sind sie leicht wahrzunehmen und zu verfolgen.

An den Rändern von durch Zerzupfen isolirten Fettzellenhaufen sind sehr häufig Zellen mit Faltungen und mit weiten und unregelmässig gestalteten Einrissen und Lücken ihrer Membran sichtbar, ausserdem kommen aber, wenn auch im Ganzen selten und nur an vereinzelten Zellen Lücken und Spalten vor, die präformirt zu sein scheinen und namentlich innerhalb dunkler gefärbter Membranabschnitte durch ihre Helligkeit auffallen. Dieselben besitzen eine sehr wechselnde Form und Grösse, sind rund, oval, spindel-, birn- oder schlitzförmig, die kleinsten mitunter dreispaltig, und ihr Durchmesser schwankt zwischen dem eines Kernkörperchens und dem eines kleinen Kerns. Da sie häufig durch einen glatten, mitunter sogar durch einen etwas verdickten und stärker glänzenden Membrankontour begrenzt werden, lässt sich nicht wohl annehmen, dass beim Zerzupfen des Gewebes durch den Zug seitens der mit der Membran verwachsenen Gefässe und Bindegewebsfasern kleine Membranfetzen ausgerissen worden seien. Vor Verwechslung des optischen Durchschnitts umschriebener buckliger

Verwölbungen der Membran mit Membranlücken sichert man sich durch den Wechsel der Einstellung.

Bei Flächenansichten der Membran wie am optischen Durchschnitt derselben überzeugt man sich, dass gefärbte Membranabschnitte in ungefärbte übergehen und ebenso, dass wandständige Protoplasmaschichten sich unmittelbar, unter Undeutlichwerden ihrer Körnchen und Fäden, in gefärbte Membranabschnitte fortsetzen, wenn sie nicht selber ebenfalls von der Membran umschlossen werden. Die letztere selbst ist mithin hier nicht aus einer blossen Verdichtung des Protoplasma hervorgegangen, sondern aus einer chemischen Umwandlung desselben, die zunächst die Substanz zwischen den Körnchen und Fäden, dann aber auch die letzteren selbst zu betreffen scheint, so dass dann die Membran ein mehr homogenes Aussehen erlangt und sich weder durch Karmin und Anilinfarben noch durch Goldchlorid färben lässt. Die Membran ist demnach nicht das hohlkugelartig ausgedehnte Plasma der ursprünglichen Fettzelle, wie Flemming annimmt, sondern eine durch chemische Umwandlung desselben enstandene Bildung. Flemming schreibt nur einer beschränkten Anzahl von Zellen eine wirkliche Membran zu und nach ihm soll dieselbe „sekundär angebildet" sein, während nach meinen Beobachtungen eine Membran als eine nicht unmittelbar mit dem Protoplasma zusammenhängende, aus Umwandlung desselben hervorgegangene Bildung bei den Fettzellen überhaupt nicht vorhanden ist.

XIV. Ueber einige die normale und pathologische Histologie der Nervencentren betreffende Strukturverhältnisse [1]).

In Betreff der Strukturverhältnisse der Nervencentren sind im Folgenden einige in den Arbeiten der letzten Jahre vertretene Ansichten besprochen die mit den Resultaten meiner früheren Untersuchungen theils nicht, theils nur theilweise übereinstimmen; da ausserdem manche von mir gemachte und auf genaue Beobachtungen gestützte Angaben ganz unberücksichtigt geblieben sind, bin ich genöthigt, auf bereits früher Gesagtes zurückzukommen.

[1]) Sitzungsbericht der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaften vom 2. März 1883.

In seinem Lehrbuch der Neurologie vertritt Schwalbe Ansichten über den hinteren Fissurenfortsatz, über die Beschaffenheit der Neuroglia, der perivaskulären Räume und der Nervenfasern die theils falsch sind, theils nur eine beschränkte Gültigkeit in Anspruch nehmen dürfen.

1) Ueber die hintere Fissur macht Schwalbe (S. 333) die folgende Angabe:

„Als hintere Längsspalte bezeichnet man eine von der hinteren Medianlinie aus in das Rückenmark seiner ganzen Länge nach tief einschneidende schmale Spalte, welche von einem Fortsatz der tiefen Lage der Pia mater vollständig ausgefüllt wird, der der Substanz des Rückenmarks derartig fest adhärirt, dass er nicht ohne Verletzung desselben herausgezogen werden kann."

Weiter giebt Schwalbe bei Besprechung des feineren Baues des Rückenmarks und der in die weisse Substanz eindringenden Piafortsätze (S. 370) an:

„Ein Septum ist von den übrigen durch Grösse und Verlauf besonders ausgezeichnet: es ist das bereits oben erwähnte, die beiden Hinterstränge trennende Septum longitudinale posterius, welches, nur aus einer Fortsetzung der tiefen Lage der Pia bestehend, bis zur hinteren grauen Kommissur vordringt."

Ich habe dagegen bereits vor längerer Zeit[1]) über die hintere Fissur die folgenden Angaben gemacht:

„Die beiden Hinterstränge lassen in keinem Abschnitt des Rückenmarks eine so vollständige Trennung von einander erkennen, wie sie zwischen den Vordersträngen überall besteht. Weder ist jeder Hinterstrang für sich von einer von der Oberfläche bis zur Kommissur reichenden Fortsetzung der Rindenschicht selbständig und gleichmässig bekleidet, noch lässt sich überall ein Fortsatz der Pia zwischen die Hinterstränge hinein als continuirliches Bindegewebstratum bis zur hinteren Kommissur verfolgen. Zieht man bei Entfernung der Pia von den Hintersträngen ihre Fortsätze für die hintere Fissur aus oder verschafft man sich durch Auseinanderbrechen der Hinterstränge in der Mittellinie eine Ansicht von der Beschaffenheit der Piafortsätze, so überzeugt man sich leicht, dass zwar durch die ganze Länge des Rückenmarks die Pia Fasern zwischen die hintern Stränge eintreten lässt, dass dieselben aber eine wechselnde Stärke besitzen, verschieden

---

[1]) Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarks. Jena 1864, S. 21.

weit nach Innen reichen und sich als continuirliche Lage, als eine Scheidewand zwischen den Hintersträngen, wie der vordere Fissurenfortsatz für die vorderen Stränge, nur zwischen den äusseren Abschnitten der ersteren und auch in dieser Ausdehnung nicht constant, sondern nur an einzelnen Theilen des Rückenmarks häufiger und mehr entwickelt als an anderen finden.

Im Rückentheil findet man entweder nur eine Reihe neben einander abtretender Fortsätze, die ausgezogen der Pia ein gezähntes Aussehen verleihen oder es schiebt sich auf meist nur kurze Strecken eine schwache, aber zusammenhängende Faserlage der Pia zwischen die peripheren Abschnitte der Hinterstränge ein, erscheint ausgezogen als eine niedrige Leiste, von der aus dann wieder in Abständen einzelne stärkere, gefässtragende Fasern oder Faserbündel weiter nach Innen treten. Im Hals und Lendentheil erscheinen die Fortsätze beträchtlich stärker, näher an einandergerückt, häufig zu einer zusammenhängenden Faserlage verschmolzen und bilden durch ihre Kreuzungen eine Art gefensterter Membran, welche die hintere Hälfte, häufiger aber nur das hintere Drittheil der hinteren Fissur ausfüllt und nach vorn eine unregelmässige, zackige Begrenzung zeigt. Wie im Rückentheil, so sieht man auch hier eine Reihe stärkerer Faserbündel, die vereinzelt vom Fissureneingang aus oder vom vorderen Rand der Faserlagen abtretend nach vorn ziehen, sich bis zur hinteren Kommissur oder in ihre Nähe verfolgen lassen, die Träger grösserer Gefässe sind und in geringeren Abständen aufeinander folgen, als im Rückentheil."

Soweit sich scheidewandartige Lamellen der Pia oder einzelne Gefässfortsätze derselben zwischen die Hinterstränge einschieben, sind die letzteren von der Rindenschicht begleitet, die mit den Gefässfortsätzen in die weisse Substanz eintritt und überall mit den Glianetzen derselben zusammenhängt. Eine hintere Fissur besteht nur soweit, als sich eine Piascheidewand oder einzelne Piafortsätze zwischen die von der Rindenschicht bekleideten Innenflächen der Hinterstränge einschieben. Wo dagegen eine Piascheidewand und einzelne Piafortsätze fehlen, werden die beiderseitigen Hinterstränge miteinander verlöthet durch das zarte und schmale Septum posticum, durch Glianetze die ohne Unterbrechung sich von dem einen Hinterstrang znm andern herübererstrecken und aus Verschmelzung der beiderseitigen Rindenschichten hervorgegangen sind. Da die vereinzelt nach vorn ziehenden Gefässfortsätze mitunter etwas

geschlängelt vorlaufen, kann es kommen, dass man an ein und demselben Schnitt Stellen mit einander abwechseln sieht, wo nur ein Septum und solche, wo eine Fissur mit einem Piafortsatz zwischen den getrennten Rindenschichten besteht. Durch die vom vorderen Rand der Piascheidewand abgehenden Fortsätze werden demnach ebenso viele einzelne Fissuren gebildet, die zum Theil bis zur hinteren Kommissur reichen, zum Theil aber schon früher schwinden und durch ein Septum ersetzt werden, wenn sie sich durch Abgabe von Aesten für die Hinterstränge erschöpft haben.

Aus diesen Befunden geht ohne Weiteres hervor, dass die Angaben Schwalbe's unrichtig sind. Das Gleiche gilt von der Angabe Gegenbaur's[1]), dass das in die hintere Medianfurche eindringende Bindegewebsseptum die centrale graue Substanz erreicht.

2) In Betreff der Neuroglia erwähnt Schwalbe (S. 371), dass von Kölliker, mir und Anderen derselben ein netzförmiger Bau zugeschrieben werde, indessen sei mit Recht mehrfach hervorgehoben worden, dass diese Glianetze ihre feste Beschaffenheit im Wesentlichen einer Gerinnung verdanken, wie sie in jedem Rückenmark eintreten muss, wenn es sich als Grundlage für die Neuroglia um eine im Leben weiche, eiweissartige Substanz handelt. „Dass in der That die Grundlage der Neuroglia von solcher Beschaffenheit ist, beweist, dass sich am frischen Rückenmark durch Einstichinjektion den sogen. Glianetzen entsprechende Netze von Injektionsmasse zwischen den Nervenfasern erzeugen lassen, was nur bei Verdrängung einer weichen nachgiebigen Zwischensubstanz verständlich ist. Ueberdies löst sich die Glia beim Kochen nicht auf, sondern gerinnt ebenfalls. Die Netze können also nicht aus Bindegewebsfibrillen bestehen, sondern aus einer eiweissartigen Materie, die etwa den Kittsubstanzen der Epithelien zu vergleichen sein möchte.“ Die Existenz besonderer, der Neuroglia zugehöriger zelliger Elemente, stellt Schwalbe nicht in Abrede, bestreitet aber, dass sie mit den vermeintlichen Glianetzfasern zusammenhängen. Es sind zarte, platte Zellen ohne Ausläufer und die Fasern und Faserbüschel der sogen. Pinselzellen stehen mit dem wirklichen Zellkörper in keinem Zusammenhang, sondern haften demselben, sich in den verschiedensten Richtungen kreuzend, einfach an. Da die Kerne gewöhnlich an den Knotenpunkten der

---

[1]) Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig 1883. S. 750.

Faserkreuzungen liegen, entsteht der Eindruck der Zusammengehörigkeit beider Formelemente.

Es setzt sich demnach die Glia nach Schwalbe aus folgenden 3 Elementen zusammen:

1) aus einer den Kittsubstanzen vergleichbaren, im Leben weichen, gerinnbaren, eiweissartigen Grundlage; 2) aus darin eingebetteten feinen Fasern, welche in ihrer Reaktion gegen Essigsäure an elastische Fasern erinnern und für solche auch vielfach gehalten werden (Gerlach); 3) aus platten Zellen von ähnlicher Beschaffenheit wie die platten Zellen des Bindegewebes.

Wenn man sich über die Struktur eines Gewebes unterrichten will, so untersucht man dasselbe unter Verhältnissen, die den physiologischen möglichst nahekommen und vergleicht die erhaltenen Befunde mit denen, welche sich bei Anwendung verschiedener Untersuchungsmethoden ergeben. Wenn Schwalbe dies gethan und überhaupt genau untersucht hätte, würde er zu ganz anderen Resultaten gelangt sein. Es ist unstatthaft, als Grundlage der Glia eine weiche, gerinnbare Substanz zu beschreiben, wenn man diese Substanz weder gesehen, noch ihre Existenz und ihre Gerinnungsfähigkeit auf irgend eine andere Weise dargethan oder auch nur wahrscheinlich gemacht hat.

Zur Untersuchung der Neuroglia im frischen Zustand werden dünne, mit der Scheere abgetragene und im Blutserum zerzupfte Schnitte von der Oberfläche der weissen Stränge von Fröschen und Kröten benutzt.

Beim Zerzupfen werden die Nervenfasern so durcheinandergeworfen, dass man nicht erwarten darf, die sie bedeckende weiche Glia in einem Zustand zu finden, der einen Rückschluss auf die normale Anordnung ihrer Theile gestattete. Es bleiben aber zwischen compakten Haufen verschlungener Nervenfasern Spalträume übrig, welche keine oder nur vereinzelte Nervenfasern einschliessen und neben und zwischen denselben tritt die Glia in Form von Fasern und Netzen hervor. Man sieht bald nur einzelne mit kurzen Zacken besetzte oder einzelne längere Fortsätze entsendende Faserrudimente, bald längere Fasern, deren Dicke an verschiedenen Stellen ihres Verlaufs nicht unbeträchtlich wechselt und die mit anderen benachbarten durch quer und schräg gestellte Verbindungsfasern zusammenhängen. An anderen Stellen treten statt anastomosirender Fasern Netze zwischen den Nervenfasern vor, die nach Weite der Maschen wie nach Stärke ihrer

Septa und deren Knotenpunkte eine ziemlich wechselnde Beschaffenheit besitzen und mitunter grössere Anhäufungen einer mattgranulirten kernhaltigen oder kernlosen Substanz einschliessen. Die gleichen Formelemente, Fasern, Netze und Anhäufungen körniger Substanz sieht man auch an den Rändern der einzelnen Partikel der weissen Substanz frei vortreten. Die Fasern wie die Netze mit ihren Knotenpunkten haben ein homogenes oder blass granulirtes Aussehen und keine scharfen Kontouren. Hie und da kommen Stellen vor, wo die Maschensepta so dicht übereinanderliegen, dass in den Maschen der gerade eingestellten Netzlamelle die unmittelbar darunter liegenden Netzfasern, wenn auch nur undeutlich, vortreten und man auf den ersten Blick eine continuirliche Substanzschicht vor sich zu haben glaubt.

Von den an Schnitten des gehärteten Froschrückenmarks vortretenden Fasern und Netzen unterscheiden sich die aus dem Rückenmark des eben getödteten Thiers durch ihre grössere Blässe und die weniger scharfen Kontouren. Es liegt nicht die geringste Veranlassung vor, sie als Kunstprodukte, als durch Gerinnung entstanden anzusehen; ebenso unbegründet würde es sein, wollte man das Retikulum der Milz oder der lymphoiden Organe als ein Kunstprodukt auffassen.

Ueber die Beschaffenheit der Glia an unter Jodserum zerzupften Schnitten von der weissen Substanz des Rückenmarks vom Rind habe ich früher entsprechende Befunde veröffentlicht [1]).

„Eine körnige Grundsubstanz ist nicht wahrzunehmen, dagegen sieht man längs des Randes der Massen von zusammengeballten Nervenfasern bald nur wenige, bald eine grössere Anzahl feinerer und derberer Fasern von weisslichem, etwas milchigtem Ansehen und mattem Glanz frei hervorragen, die einen geraden, geschlängelten oder zickzackförmigen Verlauf haben und sich häufig gabelförmig theilen. Dieselben erscheinen theils glatt, theils tragen sie sparsam oder dicht gestellte kleine, körnige oder zackige Prominenzen, die Insertionsstellen von anastomosirenden, durch die Präparation abgerissenen Fasern und häufig sind neben diesen Prominenzen auch einzelne unter verschiedenen Winkeln abgehende kurze Fäserchen sichtbar, die hie und da noch zu einem Netz verbunden in Form streifiger Fetzen der Faser anhaften. Wie an den Rändern des Präparats und neben frei vortretenden Fasern

---

[1]) Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarks. II. Theil, Jena 1867, S. 2.

trifft man solche Netze von Bindesubstanz auch in den länglichen Lücken, welche hie und da in Folge der Präparation innerhalb der Nervenfaserbündel entstehen. Die Bindesubstanzzellen zeigen meist kurz abgerissene Fortsätze, mitunter sind dieselben aber zum Theil noch erhalten und setzen sich in isolirt weiter verlaufende Fasern fort oder gehen in Fasernetzen durch ihre Verästelungen auf. Leichter als in der weissen Substanz kommen zusammenhängende Partien des bindegewebigen Gerüsts in der grauen Substanz und namentlich in ihren nervenarmen Partien zur Anschauung. Sie bilden hier sehr engmaschige Netze, in denen, wie in der weissen Substanz, hie und da einzelne Fasern vortreten, die nach Stärke und Richtung als selbständige erscheinen, wenngleich sie mit den unmittelbar anstossenden Theilen des Fasergerüsts vielfach in Verbindung stehen und können desshalb wohl als besondere Bestandtheile desselben, nicht aber als etwas von ihm Gesondertes angesehen werden. So wenig als in der weissen ist in der grauen Substanz eine körnige Grundsubstanz wahrzunehmen, dagegen gewinnen hier wie im Gehirn die Fasernetze mitunter ein körniges Aussehen, wenn sie aus sehr zarten Fasern bestehen und wenn die gebildeten Maschen so klein sind, dass sie den Durchmesser der einschliessenden Fasern nicht oder nur wenig übertreffen. Bei Anwendung einer stärkeren Vergrösserung treten dann die Verhältnisse klarer hervor."

Die Untersuchung der frischen weissen Substanz bezüglich des Verhaltens der Glia wird ausserordentlich erschwert durch den raschen Eintritt der Veränderungen des Nervenmarks. Schon nach Zusatz von unverdünntem Hühnereiweiss quillt das letztere zu unförmlichen Massen und sondert sich zu den mannichfaltigsten, am Rande der Partikel weisser Substanz vortretenden Gebilden. Noch rascher tritt die Quellung ein und erreicht einen höheren Grad, wenn dem Präparat Jodserum oder mit Wasser verdünntes Blutserum zugesetzt wird. Neben Nervenfasern mit deformirten Markscheiden und neben abgelösten Markkugeln der verschiedensten Grösse sieht man am Rande des Präparats dann häufig schon unmittelbar nach Anfertigung desselben mächtige Fortsätze feinkörniger, mit Marktrümmern der verschiedensten Grösse beladener Substanz frei aus der Masse der Nervenfasern vorragen und einen beträchtlichen Theil des Gesichtsfeldes durchsetzen. Ausser grösseren Markkugeln sind kleine Markkügelchen, Bläschen und Körner in die fein und blass granulirte Substanz eingelagert und die gleichen Gebilde schwimmen frei in grosser Zahl im Präparate

herum. Die blass granulirte Substanz selbst ändert ihre Beschaffenheit auch auf Zusatz von absolutem Alkohol nicht merklich und dass sie aus einem raschen Zerfall der Nervenfasern, und zwar sowohl des Marks als der Axencylinder hervorgegangen ist, zeigten einzelne frei vorragende, an ihrem Ende stark kolbig aufgetriebene Nervenfasern. Das Mark derselben hatte bald eine feinfaserige, bald die gleiche fein und blass granulirte Beschaffenheit angenommen und mitunter auch der Axencylinder ein blass und feinkörniges Aussehen erhalten. Neben diesen aus Zerfall der Nervenfasern hervorgegangenen Bildungen sieht man an den Rändern der Gewebspartikel die derberen Gliafasern theils einzeln mehr oder weniger weit vorragen, theils noch Bruchstücke ihrer Netze, ausserdem aber treten stellenweise sehr feine Gliafasern in grösserer Häufigkeit und in ziemlich dichter Aneinanderlagerung und neben Zellen, den kernhaltigen Knotenpunkten der Netze, auch kernlose streifige oder unregelmässig verzweigte Anhäufungen von bald derb, bald feinkörnigem, körnig-fädigem und stellenweise netzförmigem Protoplasma hervor. Dieselben lassen sich von granulirten, blassen Markportionen häufig nur durch ihr anderes Brechungsvermögen unterscheiden und da ihnen selber mitunter auch Markpartikel aufgelagert sind, so kann man unter Umständen in Zweifel sein, ob man es mit Mark oder mit Anhäufungen körniger Glia zu thun hat. Treten diese Anhäufungen dagegen zwischen den auseinanderweichenden Nervenfasern frei vor, so wird jeder Zweifel dadurch beseitigt, dass man aus ihrer Substanz theils feine, theils derbere Fasern einzeln wie zu kleinen Bündeln vereinigt hervorgehen und frei abtreten sieht. Es sind mithin dieselben Gewebselemente, welche an Schnitten vortreten schon bei Untersuchung der frischen Theile und unter Verhältnissen sichtbar, die jeden Gedanken an den Eintritt von Gerinnungen ausschliessen. Neben Zellen sind aber auch Anhäufungen von bald fein bald derber körniger Glia vorhanden, die den Zellen gleichwerthig sind, aber keinen Kern einschliessen.

Zweckmässiger als Hühnereiweiss erwies sich als Zusatzflüssigkeit zu Zerzupfungspräparaten eine dicke, syrupöse Lösung von Gummi arabicum, da in derselben die Veränderungen des Nervenmarks weniger erheblich sind.

Hat man einmal am frischen Rückenmark unter Anwendung der erwähnten Zusatzflüssigkeiten sich von der Präexistenz der Gliafasern und Glianetze mit ihren Zellen und den kernlosen Anhäufungen körniger Substanz überzeugt, so untersucht man zweck-

mässig Schnitte frischer weisser Substanz, die ein Paar Stunden in $\frac{1}{2}$ proc. Osmiumsäure gelegen haben. Da das Mark der Nervenfasern nicht nur gefärbt worden ist, sondern sich auch weniger leicht beim Zerzupfen ablöst als in frischen Partikeln weisser Substanz und durch seine Trümmer die Bindesubstanz zum Theil verdeckt, lässt sich hier leichter feststellen, dass die letztere auch nach der Menge und dichten Stellung ihrer Fasern das gleiche Verhalten wie an Schnittpräparaten zeigt. Besonders deutlich treten hier an einzelnen auseinander gewichenen Nervenfasern die sie umspinnenden Gliafasern hervor.

Das geronnene Nervenmark zeigt sowohl im frischen Zustande als nach Behandlung mit Osmiumsäure häufig eine sehr zierliche Netzstruktur mit gleichmässig engen Maschen. In der Abbildung, welche Heitzman[1]) in seiner mikroskopischen Morphologie von diesen Netzen gegeben hat, sind die Knotenpunkte viel zu derb, die Netzfäden dagegen zu fein gezeichnet, ausserdem treten die Netze bei Weitem nicht so scharf vor.

Wie die Neuroglia, so bietet auch, wie sich leicht constatiren lässt, die Rindenschicht im gehärteten und im frischen Zustande die gleiche Beschaffenheit dar und da dieselbe in der ganzen Ausdehnung des Rückenmarks überall Fasern und Faserbündel in die weisse Substanz eintreten lässt, die sich unmittelbar an Bildung des Gliagerüsts betheiligen, so lässt sich schon aus der Untersuchung der Rindenschicht ein sicherer Rückschluss auf die Beschaffenheit der Glia im frischen Zustande machen.

Ueber die wechselnde Dicke der Rindenschicht, ihre Beschaffenheit wie über ihre Beziehungen zu den Gefässfortsätzen der Pia und zur weissen Substanz sind von mir früher detaillirte Angaben gemacht worden[2]). An gehärteten Präparaten stellt sich die Rindenschicht bei Flächenansichten als ein äusserst dichtes Flechtwerk von Fasern dar, dessen Maschen häufig so schmal sind, dass sie den Durchmesser der sie begrenzenden Fasern kaum übertreffen. Eine bestimmte, überall wiederkehrende Anordnung und Vertheilung der derberen Fasern war nicht bemerkbar und nur im Allgemeinen liessen sich an denselben 2 Hauptrichtungen, eine longitudinale und eine quere, parallel den Fibrillenbündeln der Längs- und der Querfaserschicht der Pia, wahrnehmen.

---

[1]) Microscopical Morphology, of the animal body. New-York 1883. S. 292.

[2]) Untersuchungen, I. Theil, S. 28.

Die annähernd gleichgerichteten Fasern kreuzen sich theils unter ziemlich spitzen Winkeln, theils laufen sie parallel und die zwischen ihnen bleibenden Lücken werden ausgefüllt von einem Netzwerk äusserst zarter Fasern. Eingefügt in das Fasergeflecht und als integrirender Bestandtheil desselben finden sich kernhaltige Zellen mit mehreren, meist 3—6 Ausläufern, die zum Theil ziemlich breit von der Zelle abtreten, sich nach 1—2maliger Theilung in dem Fasergeflecht auflösen, d. h. als der Zelle zugehörig nicht mehr erkannt werden können. Bei Flächenansichten sieht man die Ausläufer immer nach mehreren Richtungen hin abgehen, während an Quer- und Längsschnitten vorwiegend spindelförmige Zellen vortreten mit 2 langen und verhältnissmässig breiten Ausläufern. Die Zellen sind nicht überall gleichmässig vertheilt; hie und da kommen Anhäufungen derselben vor, so namentlich da, wo die Rindenschicht an die hinteren Wurzeln stösst. Es tritt dann das anastomosirende Netzwerk der Ausläufer besonders schön hervor, so dass die einzelnen derselben nicht mehr über grössere Strecken isolirt verfolgt werden können, sondern bald mit anderen confluiren und mit denselben rundliche oder eckige Maschen einschliessen.

Von den inneren Lagen der Rindenschicht treten in der ganzen Ausdehnung derselben einzelne Fasern und Faserbündel in die weisse Substanz ein. Längs verlaufende Fasern lösen sich unter sehr spitzen Winkeln von der Rindenschicht ab und laufen in den äussersten Schichten der weissen Substanz parallel mit den Nervenfasern weiter. Ihre Anzahl ist verhältnissmässig gering, doch wurden sie an keinem Schnitt vermisst. Die bei Weitem grösste Fasermenge strahlt in der Ebene des Querschnitts in die weisse Substanz und besteht aus Querfasern der Rindenschicht, die aus einer der Peripherie des Querschnitts mehr oder weniger parallelen in eine radiäre Richtung umbiegen und einzeln oder zu Bündeln vereinigt in die weisse Substanz treten. An Querschnitten sind diese Umbiegungen sehr deutlich zu verfolgen, an Längsschnitten dann, wenn der Schnitt in der Ebene der Einstrahlungen geführt worden ist. Ausser den Einstrahlungen, welche durch einzelne Fasern und durch kleine Faserbündel gebildet werden, treten in Abständen noch andere in die weisse Substanz, die durch Einziehungen und Einstülpungen der Rindenschicht in ihrer ganzen Dicke gebildet werden und die ich als Stammfortsätze derselben bezeichnet habe. Sie finden sich entlang der ganzen Oberfläche des Rückenmarks, namentlich

häufig im Bereich der Seitenstränge und folgen sich entlang der Peripherie des Querschnitts in unregelmässigen Abständen von 0,1—0,8 Mm., meist von 0,3—0,5 Mm. Schon bei schwacher Vergrösserung sind sie sehr leicht kenntlich durch die Furchen, welche durch die Einziehungen der Rindenschicht gebildet werden und in welche Gefässe und Piafasern sich wie in eine Scheide einsenken. Wie man sich an Längsschnitten senkrecht zur Richtung der Stammfortsätze überzeugt, bilden die letzteren aber nicht einzelne trichterförmige Hüllen für die Piafortsätze, sondern senken sich in Form längerer scheidewandartiger Lamellen in die weisse Substanz ein, die nur von Strecke zu Strecke einen Piafortatz einschliessen und deren Dicke auf dem Wege nach Innen mehr und mehr abnimmt. Ebenso entsprechen auch die Faserbündel, welche am Querschnitt von der Rindenschicht sich abzweigen, nur den Durchschnitten von scheidewandartig in die weisse Substanz eindringenden schwächeren Faserlagen. Wie die vereinzelt von der Rindenschicht abtretenden Fasern, so betheiligen sich die von kleinen Faserbündeln und von den Stammfortsätzen sich überall abzweigenden Fasern an der Bildung des Fasergerüsts der weissen Substanz, indem sie zwischen die Nervenfasern einstrahlen und sich mit den gleichbeschaffenen, nur zum Theil zarteren Fasern, welche neben Zellfortsätzen die letzteren umspinnen, theils überkreuzen, theils mit ihnen anastomosiren. Wie innerhalb der Rindenschicht, so finden sich auch innerhalb der weissen Substanz unter den derberen Fasern solche, die auf längere Strecken übersehen werden können und Anastomosen nicht oder nur spärlich eingehen; häufig wird man dagegen bei genauerer Untersuchung auf kleine zackige und knotige Prominenzen aufmerksam, die den Fasern anhaften und darauf hinweisen, dass Verbindungen mit anderen Fasern vorhanden waren, aber durch den Schnitt abgetrennt worden sind. Schon die Einstrahlungen der Fasern und Faserbündel aus der Rindenschicht, wie die Einsenkungen von Stammfortsätzen derselben mit ihren Beziehungen zu den Piafortsätzen lassen keinen Zweifel, dass es sich um präexistirende Strukturverhältnisse handelt. Es erhellt dies weiter aus den Anastomosen von Zellausläufern mit Fasern des Gliagerüsts [1]), wie aus dem Umstand, dass die derberen Fasern im Allgemeinen theils parallel mit den Nervenfasern, theils radiär in der Querschnittsebene von Aussen nach Innen verlaufen und

[1]) l. c. S. 37.

somit eine Art derberes Gerüst bilden, welches den zarteren Fasern zur Insertion dient. Auf an bestimmte Abschnitte der weissen Substanz gebundene Besonderheiten dieses derberen Gerüsts bezüglich der Anordnung seiner Fasern habe ich ebenfalls ausdrücklich aufmerksam gemacht [1]).

Schwalbe acceptirt, gestützt auf die Autorität von Kühne und Ewald, die Zusammensetzung der Rindenschicht aus äusserst feinen Bälkchennetzen und fasst auch die Substantia gelat. Rol. nur als eine Modifikation der ersteren auf. Dass die letztere lediglich aus überaus engmaschischen Netzen besteht, ist von mir ebenfalls schon vor geraumer Zeit nachgewiesen worden [2]).

Bei Anwendung einer stärkeren, 1000—1200fachen Vergrösserung, treten innerhalb der Rindenschicht wie ihrer Fortsätze noch einige Strukturbesonderheiten hervor, die ich nicht unerwähnt lassen will. Dass die Körnchen und die feinen und kurzen Fäden, welche zwischen den derberen Fasern der Rindenschicht überall in wechselnd dichter Stellung sichtbar sind, mit den letzteren zusammenhängen und dass die Körnchen wahrscheinlich nur die optischen Durchschnitte von Fäden sind, lässt sich an Stellen feststellen, wo die Rindenschicht beim Zerzupfen eingerissen ist und wo ihre Fasern auseinander gewichen sind. Die letzteren zeigen dann stellenweise ein körniges Aussehen, was vielleicht auf abgehende und senkrecht zur Einstellungsebene verlaufende Fäden bezogen werden kann, ausserdem aber sieht man auch zahlreiche, sehr feine Fäden in den Fasern wurzeln und dieselben untereinander verbinden, während freie Körnchen nirgends wahrgenommen werden können. Dieselben könnten sich in der Untersuchungsflüssigkeit vertheilt haben, indessen ist nicht wahrscheinlich, dass sie auch da, wo die Fasern erst auseinanderzuweichen beginnen, ganz fehlen sollten, wenn sie überhaupt vorhanden wären.

Streckenweise fehlen in der Rindenschicht Züge paralleler oder sich kreuzender Fasern ganz; die Rindenschicht scheint dann ganz aus Körnchen von wechselnder Stärke und wechselnd dichter Stellung zu bestehen, indessen zeigt sich bei genauerer Untersuchung, dass zwischen den Körnchen noch feine und sehr kurze Fäden vorhanden sind und stellenweise bilden die Körnchen nachweisslich nur die Mittelpunkte von sehr engmaschigen Netzen,

---

[1]) Untersuchungen, II. Theil, 1867, S. 3.
[2]) Untersuchungen, I. Th., S. 58.

welche einzelne leichter in die Augen fallende Maschen von etwas grösserer Weite einschliessen. Mitunter sind in Rindenschichtabschnitte, welche diese Beschaffenheit darbieten, reiserförmig verästelte Fasern eingelassen.

Die gleichen Strukturbesonderheiten, wie sie die Rindenschicht darbietet, finden sich auch in den Fortsätzen, welche dieselbe in die weisse Substanz entsendet.

Das Fasergerüst der grauen Substanz zeigt ganz dieselbe Zusammensetzung wie das der weissen, mit dem es überall zusammenhängt, nur sind im Allgemeinen seine Maschennetze enger, die Fasern zum Theil von sehr grosser Zartheit. Eine besondere Anordnung der Fasern findet sich innerhalb der Bündel paralleler Nervenfasern, indem hier wieder die den letzteren gleichgerichteten Gliafasern durch etwas grössere Derbheit ausgezeichnet sind und bei Anwendung schwächerer Vergrösserungen allein vortreten.

Einen weiteren Beleg für die Präexistenz des Fasergerüsts der Glia hatte ich durch Einstichinjektionen [1]) erhalten. Die Injektionsmasse verbreitet sich nicht blos längs der Gefässe, sondern dringt mitunter auch zwischen die Nervenfasern vor, so dass an Querschnitten Leimstrassen von wechselnder Breite die einzelnen Nervenfasern von einander trennen oder um kleine Gruppen derselben zusammenhängende Kanäle bilden. In die breiter gewordenen, durch Leim erfüllten Interstitien zwischen den Nervenfasern ragen einzelne, aus ihren Verbindungen gelöste Gliafasern frei hinein, während andere den Nervenfasern angelagert bleiben. In beiden Fällen befinden sich aber die Gliafasern innerhalb der erstarrten Leimmasse, zeigen dieselbe Stärke und dasselbe Aussehen wie an frisch untersuchten Präparaten und lassen sehr deutlich Verbindungen untereinander erkennen, die beim Vordringen des Leims und beim Auseinanderweichen der Nervenfasern nur zum Theil gelöst worden sind. Hie und da fanden sich Fasern, die theils innerhalb, theils ausserhalb des Leims lagen. Wie die Fasern, so waren auch ihre kernhaltigen Knotenpunkte, die Zellen, von der Leimmasse umschlossen, lagen innerhalb derselben wie frei präparirt und zeigten auf das Deutlichste ihre Zusammenhänge mit Theilen der Fasernetze. Wenn Schwalbe sagt: „dass sich durch Einstichinjektionen den sogenannten Glianetzen entsprechende Netze von Injektionsmasse zwischen den

[1]) Untersuchungen, II. Th., S. 3.

Nervenfasern erzeugen lassen, was nur bei Verdrängung einer weichen, nachgiebigen Zwischensubstanz verständlich ist", so entspricht diese Angabe gar nicht den thatsächlichen Verhältnissen. Durch Einstichinjektionen werden überhaupt keine den Glianetzen auch nur entfernt entsprechende Netze erzeugt, sondern verhältnissmässig breite Leimstrassen und Kanäle, in welche die zerrissenen Glianetze eingebettet sind. Wenn eine weiche, nachgiebige Zwischensubstanz vorhanden gewesen und verdrängt worden wäre, so müsste sie doch irgendwohin gedrängt worden sein und sich aufgestaut haben, dagegen ist von einer solchen „verdrängten Zwischensubstanz" auch nicht das Geringste wahrzunehmen.

Auch darin irrt Schwalbe, dass er die Fasern und Faserbüschel der sogenannten Pinselzellen als nicht den Zellen zugehörige, sondern als nur mit ihnen verklebte Bildungen ansieht. Ich habe aus Macerationspräparaten [1]) vom Seh- und Streifenhügel des Ochsenhirns die Pinselzellen mit den von ihnen abgehenden Faserbüscheln isolirt erhalten, die letzteren müssen demnach sehr innig mit dem Zellkörper verbunden sein, da sie von demselben sich nicht ablösen, während die Glianetze unter dem Einfluss der Macerationsflüssigkeit schon zum Theil zerfallen sind. Da ausserdem einzelne Fasern der Faserbüschel sich in noch erhaltene, ihnen anhaftende Abschnitte der Glianetze einsenken, zu Bestandtheilen derselben werden, so lassen sich die Pinselzellen (und ebenso die Spinnenzellen) nur als besondere, durch Eigenthümlichkeiten der Fortsatzbildung ausgezeichnete Zellformen betrachten, aber nicht als fortsatzlose Zellen, denen Fasern der Umgebung nur anhaften.

Schliesslich verweise ich auch auf gewisse, unter pathologischen Verhältnissen eintretende Veränderungen der Gliafasern, welche die Präexistenz derselben voraussetzen. Durch meine Untersuchungen sind zuerst die früher theils ganz unbekannten, theils nach ihrer Genese nicht gekannten Veränderungen bei Myelitis [2]) und bei der grauen Degeneration [3]) ermittelt und ist ihre Entwicklung und ihr Ablauf an den Glianetzen und Gefässen genau verfolgt und das Verhalten der nervösen Theile festgestellt worden. Bei Myelitis sind in den Anfangsstadien des

---

[1]) Untersuchungen über die normale und pathologische Histologie des centralen Nervensystems. 1876, S. 11.

[2]) Untersuchungen, Th. I, S. 91.

[3]) Untersuchungen, Th. II, S. 101 u. 120.

Prozesses die Knotenpunkte und die von ihnen abgehenden Fortsätze geschwellt und haben ein fein granulirtes Aussehen und Karminfärbung angenommen. Die Verbindung der Zellfortsätze mit den umgebenden Netzen ist unter diesen Verhältnissen viel häufiger und deutlicher wahrzunehmen, als es sonst der Fall ist. Mit der weiteren Entwicklung des Processes nimmt nicht nur die Zahl der geschwellten Knotenpunkte und ihrer Kerne zu, sondern es schwellen auch die mit ihnen zusammenhängenden Fasern erst an vereinzelten Stellen, dann in grösserer Ausdehnung, so dass an Querschnitten die Nervenfasern zu einem grossen Theil von verhältnissmässig breiten und mehr oder weniger dunkel gefärbten Septen umschlossen werden und an Längsschnitten zwischen den Nervenfasern geschwellte, von Kernreihen erfüllte Längsfasern der Glia vortreten, die untereinander durch ebenfalls geschwellte und gefärbte und desshalb leicht sichtbare Querfasern verbunden sind. Es entsteht auf diese Weise ein die Nervenfasern einschliessendes Gitterwerk geschwellter, lange und schmale Maschen begrenzender Fasern, Befunde, die desshalb ausserordentlich instruktiv sind, weil sie Verhältnisse hervortreten lassen, die ausserdem nur bei Anwendung einer mindestens 500 fachen Vergrösserung und auch dann nicht so deutlich erkannt werden können. Bei dem Nachweis des Uebergangs geschwellter und lebhaft gefärbter Fasern in feine, glatte, stärker glänzende und nicht oder nur blass gefärbte lässt sich nicht bezweifeln, dass die ersteren aus den letzteren hervorgegangen sind.

In ähnlicher Weise lässt sich auch bei der grauen Degeneration an der Grenze der Heerde überall der Uebergang geschwellter und dunkler gefärbter Gliafasern in glatte, nicht geschwellte, glänzendere und nicht oder nur wenig gefärbte verfolgen.

Schwalbe giebt ferner an, dass die Neurogliafasern nach ihrer Reaktion gegen Essigsäure an elastische Fasern erinnern und für solche auch vielfach gehalten werden; indessen ist dabei zu erinnern, dass das Verhalten gegen Essigsäure allein nicht massgebend sein kann und dass die Fähigkeit der Fasern, sich unter dem Einfluss pathologischer Reize in der angegebenen Weise zu verändern, jede nähere Beziehung zu elastischen Fasern ausschliesst.

Ueber die His'schen perivaskulären Räume und den epicerebralen Raum macht Schwalbe die folgenden Angaben [1]):

---

[1]) Neurologie, 2. Lieferung, S. 725.

„Während einige Forscher (unter Anderen Boll) alle diese Spalträume für Kunstprodukte erklärten und demgemäss die an erhärteten Präparaten die Gefässoberfläche begleitenden hellen Räume als Retraktionslücken auffassten erkennen andere Forscher (Key und Retzius) zwar einen Theil der gegen ihre Präexistenz ins Feld geführten Gründe an, wagen aber nicht ein definitiv absprechendes Urtheil darüber zu fällen. Man kann sich ja immerhin denken, dass die retikulirte Grundsubstanz der Grosshirnrinde in der Umgebung der Gefässe ein lockeres Gefüge annimmt, von weiteren Hohlräumen durchsetzt wird. Es würden dann die perivaskulären Räume von His Stellen der Hornspongiosa entsprechen, an denen dieselbe nicht mehr feinste Lücken, sondern grössere confluirende Hohlräume erkennen lässt; sie würden also nur besondere Modifikationen des feinen Lückensystems der Hornspongiosa sein. Dafür spricht, dass die Injektion der His'schen perivaskulären Räume nach Aussen nicht glatt begrenzt ist, sondern zahlreiche Spitzen und Zacken in die Umgebung sendet, es spricht ferner dafür, dass es einigen Forschern gelungen ist, auf diesem Wege auch andere Theile des Lückensystems zu füllen.“

Es handelt sich nun bei Beurtheilung der His'schen Befunde nicht sowohl um eine Auseinandersetzung dessen, was man sich dabei allenfalls denken kann, sondern um Feststellung der in Betracht kommenden Strukturverhältnisse und speciell um Entscheidung der Frage, ob die durch Injektion entstandenen perivaskulären Räume präformirt sind oder nicht.

Von mir ist ermittelt worden[1]), dass von der Oberfläche der Rindenschicht feine und kurze Fäserchen abgehen und sich in die Intima pia einsenken und dass ebensolche Fäserchen auch von den Fortsetzungen der Rindenschicht abtreten, welche die Piafortsätze auf ihrem Wege nach Innen begleiten und sich in die letzteren, resp. in die Adventitia ihrer Gefässe einsenken. Dementsprechend ist auch die Begrenzung der Spalten, welche an Schnitten von gehärteten Präparaten um querdurchschnittene oder um in der Schnittebene verlaufende Gefässe vortreten, keine regelmässige und glatte, sondern es ragen Fäserchen frei in die Spalten hinein. Ebenso hängt auch die Adventitia der Kapillaren mit den umgebenden Glianetzen durch zahlreiche, in der Substanz der Adventitia wurzelnde Verbindungsfasern zusammen. Da mithin die Spalten um die Gefässe nur nach Trennung der zarten Ver-

[1]) Untersuchungen, II. Theil, S. 12.

bindungsfäden zwischen Adventitia und Glia zu Stande kommen können, schienen die Resultate, welche His bei Einstichinjektionen erhalten hat, nur die Deutung zuzulassen, dass die eingespritzte Masse längs der Gefässe einen geringeren Widerstand gefunden hat als zwischen den inniger verkitteten Nervenfasern und unter Lösung der Verbindungen zwischen Adventitia und Glia vorwiegend den Gefässen entlang weiter vorgedrungen ist. Die Untersuchung von Präparaten vom Rückenmark des Ochsen, in welches eine Einstichinjektion gemacht worden war, bestätigte diese Annahme und es zeigte sich, dass das Verhalten der Injektionsmasse zur Umgebung nicht der von His gegebenen Schilderung entsprach.

Am einfachsten waren die Verhältnisse bei den Kapillaren, wo die Injectionsmasse die zarten, die letzteren einsäumenden Bindesubstanzlagen durchbrochen hatte, während einzelne der aus ihren Zusammenhängen gelösten Fäserchen überall frei in die Leimmasse hineinragten. An der Oberfläche des Rückenmarks dagegen, wie entlang der vorderen und hinteren Fissur und der übrigen gefässhaltigen und von Fortsätzen der Rindenschicht eingefassten Piafortsätze war das Verhalten der Injektionsmasse ein wechselndes. Wie um die Kapillaren, war die letztere häufig in der unmittelbaren Umgebung des Gefässes vorgedrungen, so dass dasselbe mit seiner Adventitia wie frei präparirt in dem breiten Strombett des Leims lag, oder es war die Abtrennung längs der Nervenfasern erfolgt und die Rindenschichtlage sammt dem von ihr eingefassten Gefässfortsatz von den ersteren abgelöst. Selten war die Abtrennung in einer dieser Formen eine über grössere Strecken gleichmässige; es hafteten entweder den angrenzenden Nervenfasern oder dem Gefässfortsatze grössere oder kleinere streifige Fetzen der Rindenschicht an oder dieselbe war auch so durchbrochen, dass sie zum Theil mit der Pia, zum Theil mit den angrenzenden Nervenfasern in Verbindung geblieben war, mithin die beiderseitigen Grenzen der Injectionsmasse eine Rindenschichteinfassung zeigten. Mochte nun das Vordringen der Masse in der einen oder anderen Weise erfolgt sein, immer waren neben Fasern, welche ihrer Grenzlinie sich glatt anlegten, andere sichtbar, welche in sie hineinragten, in ihr eingeschmolzen waren. Nicht überall umschloss die Injectionsmasse das ganze Gefäss, mitunter war sie blos an der einen oder anderen Seite desselben vorgedrungen, um es später wieder allseitig zu umfassen, während andererseits ziemlich häufig Stellen vorkommen, wo sie von der Umgebung der Ge-

fässe, namentlich der Capillaren und kleinen Arterien und Venen weiter zwischen die einzelnen Nervenfasern vorgedrungen war.“

Aus den wechselnden Beziehungen der Injectionsmasse zur Gefässwandung und zur Rindenschichtbekleidung der umgebenden weissen Substanz geht auf das Unzweideutigste hervor, dass die perivaskulären Räume nicht präformirt, sondern künstlich erzeugt sind, indem durch die Injektionsmasse entweder die Verbindungen zwischen Adventitia und dem Rindenschichtbelag oder die Verbindungen zwischen dem letzteren und den Nervenfasern getrennt werden oder es durchbricht die injicirte Masse den Rindenschichtbelag, so dass ein Theil desselben mit dem Gefäss, ein anderer mit der weissen Substanz in Verbindung bleibt und in jedem Fall ragen in die Injektionsmasse Gliafasern frei hinein, die aus ihren Verbindungen gelöst worden sind.

Dass die Spalten Kunstprodukte und beim Anfertigen der Schnitte durch gehärtete Präparate entstanden sind, geht auch aus ihrem Auftreten an Schnitten von durch Einstich injicirten und gehärtetem Rückenmark, wie an Schnitten von pathologisch verändertem Rückenmark hervor. Im Beginn oder im weiteren Verlaufe der Gewebsveränderungen bei der grauen Degeneration kommt es zur Bildung neuer Gefässhüllen [1]), indem entweder in der unmittelbaren Umgebung des Gefässes die Fasern der Netze an Dicke und Glanz zunehmen und unmittelbar untereinander zur Bildung solider Hüllen verschmelzen oder unter Abscheidung einer die Maschen der Netze ausfüllenden, homogenen, mattglänzenden Zwischensubstanz, während im anderen Falle innerhalb des fibrillär degenerirten Gewebes die dem Gefäss unmittelbar anliegenden Fibrillenschichten durch Abscheidung einer homogenen, glänzenden Zwischensubstanz zur Bildung der neuen Gefässhülle verschmelzen, immer aber so, dass innerhalb der letzteren die einzelnen Fibrillen noch deutlich gesondert hervortreten und sich von denen der Nachbarschaft nur durch die grössere Dichtigkeit der sie verkittenden Substanz unterscheiden.

In einem Fall von chronisch entzündlichen Veränderungen [2]) der Glia und der Gefässe in den Hirnganglien war die Bildung der neuen Gefässhüllen nach einem dritten Modus vor sich gegangen; es hatten sich dieselben aus der körnig ge-

---

[1]) Untersuchungen, II. Theil, S. 115.

[2]) Untersuchungen über die normale und pathologische Histologie des centralen Nervensystems, 1876, S. 35.

wordenen Glia, durch eine schichtweise vor sich gehende Verdichtung derselben gebildet und umschlossen das Gefäss in Form von schalenartigen Auflagerungen, die zwischen sich Reihen von derberen, isolirten Körnchen und einzelne Fasern einschliessen. In allen diesen Fällen sind die das Gefäss umschliessenden Gliaschichten in der Bildung der neuen Gefässhüllen aufgegangen und diese letzteren nehmen die Stellen ein, wo nach His die perivaskulären Räume auftreten müssten. Spalten sind auch unter diesen Verhältnissen an den Schnitten sichtbar, dieselben finden sich aber an den Grenzen der verdickten Gefässwand, deren Verbindungen mit den umgebenden Theilen sich hier beim Anfertigen der Schnitte ebenso lösen wie die Verbindungen der Rindenschichtfortsätze mit der Adventitia normaler Gefässe.

Gestützt auf die Angaben von Kölliker und Robin schreibt Schwalbe sämmtlichen Gefässen adventitielle Scheiden zu, ebenso ist dies von Riedel[1]) behauptet worden. Ich habe dagegen an manchen Kapillaren, sowohl an frischen als an Macerationspräparaten, eine Adventitia vermisst. Ihre Membran war mitunter so zart, dass sie nur als eine feine Grenzlinie vortrat und an eine innige Aneinanderlagerung oder stellenweise Verschmelzung zweier Membranen gar nicht zu denken war.

Was den Bau der Nervenfasern anlangt, so adoptirt Schwalbe die Hornspongiosa der Markscheide als im frischen Mark präexistirend, obschon der Nachweis dass dies der Fall weder von Kühne und Ewald noch von Anderen geliefert, noch die Präexistenz der ersteren auch nur wahrscheinlich gemacht worden ist.

Da das Mark nicht blos an Osmiumpräparaten sondern schon im frischen Zustand häufig eine überaus feine und engmaschige netzförmige Zeichnung erkennen lässt, können nicht daneben noch die derberen Bälkchen der Hornspongiosa als präformirte vorhanden sein, da sie in diesem Falle viel deutlicher wahrnehmbar sein müssten als die Netzstruktur.

Lanterman hat bekanntlich die Angabe gemacht, dass die nach ihm benannten Einkerbungen der Markscheide sich schon an den frischen Nerven sämmtlicher Wirbelthiere „in mehr oder minder grossen“ Abständen finden. Er hat dieselben auch an den Nervenfasern lebender Theile (Mesenterium des Froschs) gefunden und meint, dass die Faserglieder der einzelnen Zellen ent-

[1]) Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. XI.

sprechen, aus deren Zusammenwachsen je eine Nervenfaser entsteht. Bei allen von ihm untersuchten Thierspecies war die Zahl der Nervenkerne erheblich grösser als die der Ranvier'schen Schnürstücke.

Auch nach der Darstellung Schwalbe's muss man annehmen, dass die Lanterman'schen Einkerbungen constant wiederkehrende und an jeder Nervenfaser wahrnehmbare Bildungen sind. Ich habe dagegen zwar wiederholt die Nerven der Nickhaut, der Cutis und des Mesenterium von Fröschen und Kröten auf das Vorkommen der Einkerbungen durchsucht, dieselben aber immer nur an wenigen Fasern und vereinzelt wahrgenommen, und häufig war innerhalb grösserer, das Gesichtsfeld durchsetzender Bündel von Nervenfasern nicht eine einzige Einkerbung an den letzteren wahrzunehmen. Ebenso kamen dieselben nur vereinzelt an den Nerven des Ganglion Gasseri der Ratte vor. Neben den Lanterman'schen Einkerbungen fanden sich hie und da schmale Spalten im Mark, so dass dasselbe auf eine kurze Strecke sich in 2 Blätter sonderte.

Stilling hatte bekanntlich die Linien welche am Nervenmark an quer durchschnittenen und an längsverlaufenden Nervenfasern vortreten für Fasern angesehen. Ich habe dann die Bilder von scheinbaren Fasern auf die optischen Durchschnitte von Marklamellen zurückgeführt, die genauen von mir darüber gemachten Angaben [1]) haben aber nicht verhindern können, dass erst Henle [2]) und kürzlich wieder Friedmann behauptet haben, ich hätte den als Faser vortretenden optischen Durchschnitt des Nervenmarks mit Bindegewebsfasern verwechselt.

Henle berichtet über das Aussehen der Nervenfasern nach Behandlung derselben mit Alkohol und Fleckwasser und erwähnt, dass er die im Querschnitt concentrischen, im Längsschnitt longitudinalen Linien des Nervenmarks besonders scharf an Chromsäurepräparaten wahrgenommen habe. Weiter heisst es: „Man ist, wenn man ihre Entstehung nicht verfolgt hat, in Gefahr, sie dem Stroma zuzurechnen, da der helle Hof um den Axencylinder dem transparent gewordenen Nervenmark zu entsprechen scheint. Wir können nicht zweifeln, dass die hier geschilderten Trugbilder manchen Beschreibungen des Fasernetzes der sog. Neuroglia zu

---

[1]) Untersuchungen, I. Theil, S. 2.

[2]) Ueber die sogenannte Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystems. Henle-Pfeiffer's Zeitschrift, Bd. 34, S. 71.

Grunde liegen. Insbesondere liefert Frommann ein getreues Bild der scheinbaren Fasern, die das in Form von Plättchen fest gewordene Mark vorspiegelt. Die Täuschung war um so leichter, da neben diesen falschen Fasernetzen ächte, isolirbare Fasern in den Zwischenräumen der Nervenfasern gefunden werden. Es sind feine, vereinzelte Gewebsfibrillen und sternförmige Bindegewebszellen, welche von der Pia mater und deren Fortsätzen aus sich mehr oder minder tief zwischen die Nervenfasern erstrecken, meist senkrecht gegen deren Axe und also in der That ringförmige Netze um dieselben bildend.“

Henle ist demnach in Gefahr gewesen, bezüglich der Deutung der Markkontouren einem recht groben Irrthum zu verfallen; er ist demselben zwar noch glücklich entgangen, indessen unterliegt es für ihn gar keinem Zweifel, dass Andere sich haben täuschen lassen und insbesondere bin ich das Opfer einer solchen Täuschung geworden und habe die Markkontouren wie sie an längsverlaufenden Nervenfasern vortreten mit Fasern der Bindesubstanz verwechselt. Aus meinen früheren darauf bezüglichen Angaben ergiebt sich dagegen, dass meinerseits von einer solchen Täuschung nicht die Rede sein kann und dass eine Berücksichtigung der ersteren für Henle die Gefahr, die Markkontouren dem fasrigen Stroma zuzurechnen, wesentlich verringert haben würde. Es heisst an der betreffenden Stelle:

„Das Mark besteht (am Querschnitt) aus einer je nach der Dicke der durchschnittenen Faser wechselnden Anzahl concentrisch um den Axencylinder und dicht hintereinander abgelagerter, glänzender Ringel, die meist keine ganz geschlossene Kreislinie bilden, sondern offene Stellen zwischen ihren hie und da leicht verdickten Enden lassen. Selten und nur an Primitivfasern die überhaupt wenig Mark enthalten, fehlen diese Ringel und an ihrer Stelle sah ich eine einzige kreisförmige Markschicht. Ich halte die Ringe nicht für Fasern oder Röhrchen, wie Stilling, sondern für den Ausdruck einer schichtenweise erfolgten Gerinnung und Erstarrung des Marks, so dass die einzelnen Schichten röhren- oder schalenartig den Axencylinder umhüllen. Damit stimmen die Beobachtungen überein, welche man an Längsschnitten und namentlich an den vereinzelt aus ihnen hervorragenden oder durch Zerzupfen isolirten Primitivfasern macht, wenn ihr Mark vor der Erhärtung noch gleichmässig vertheilt und nicht zu unregelmässigen und von einander gesonderten Portionen geronnen war. Es erscheinen dann die Primitivfasern als solide, homogene oder schwach granulirte,

hellgelbe, etwas glänzende und durchscheinende Cylinder, welche von der in ihrer Mitte verlaufenden Axenfaser in der Regel nichts erkennen oder sie nur schwach und undeutlich durchschimmern lassen. Diese Cylinder sind auf jeder Seite durch eine helle, glänzende, gerade oder etwas wellenförmig verlaufende Linie eingefasst, haben mithin ein ganz ähnliches Aussehen wie frisch untersuchte Nervenfasern. In der Meinung, dass diese Linien Fasern seien, kann man leicht bestärkt werden, wenn man, wie es häufig der Fall ist, sieht, dass sie stellenweise von der homogenen Substanz des Cylinders abgelöst sind oder hie und da Unterbrechungen zeigen. Indessen lehrt gerade die Untersuchung der letzteren, dass man es nicht mit Fasern, sondern mit den peripheren Markschalen zu thun hat. Wenn nämlich an einer solchen Unterbrechungsstelle der von der Primitivfaser abgehobene Saum etwas nach Aussen umgebogen endigt, so kann man mitunter die Marklamelle, deren optischer Ausdruck er ist, als zarte, homogene und sehr durchscheinende Schicht in die Tiefe und unter die inneren Marklagen, sich ihnen anlegend, verfolgen. Ich sah ferner wiederholt, dass am abgebrochenen Ende einer Nervenfaser noch der eine Theil der peripheren Markschale auf eine kurze Strecke als breiter, rinnenartig vertiefter und durchscheinender Fortsatz hervorragte, mit breiten, glänzenden seitlichen Rändern und blasser, zarter vorderer Begrenzung. Aehnliche schalenartige Fragmente des Marks lösen sich beim Schnitt nicht selten von der Markscheide vollständig ab und man trifft sie frei herumschwimmend zwischen den Nervenfasern; ihre Substanz ist von der Fläche gesehen äusserst durchsichtig, während die seitlichen Kontouren, ganz so wie die Einfassungen der Primitivfasern selbst als heller glänzende Linien vortreten. Mit kurzen, abgebrochenen Stücken der letzteren sind sie wegen ihrer grossen Durchsichtigkeit nicht zu verwechseln. An Nervenfasern mit dicken Markscheiden, wie namentlich in den Vorder- und Seitensträngen, bemerkt man mitunter auf jeder Seite eine Einfassung von 2 glänzenden Linien, von denen die äussere in der Regel einen unregelmässigeren Verlauf und häufigere Unterbrechungen zeigt als die innere."

Die völlige Grundlosigkeit des von Henle erhobenen Einwands geht aus diesem Citat auf das Schlagendste und ohne jeden weiteren Commentar hervor.

Henle lässt im Rückenmark des Schafs, des Ochsen und der Katze von den Piafortsätzen Bindegewebsfasern und Zellen

sich zwischen die Nervenfasern erstrecken und ringförmige Netze um dieselben bilden, während im Rückenmark vom Kaninchen, Schwein und Menschen die Nervenfasern (am Querschnitt von Alkoholpräparaten) nur durch helle Räume ohne jede Spur von Faserung geschieden sind. In den hellen Räumen tritt nach Aufhellung der Schnitte das der weissen Substanz eigenthümliche, mit der Rindenschicht zusammenhängende Stroma hervor. In Fig. 25 hat Henle eine Abbildung der ringförmigen Netze vom Rückenmark des Schafs gegeben, welche nach ihm die Bindegewebsfasern der Pia um die Querschnitte der Nerven bilden sollen, in Fig. 14 eine Abbildung des Stromas der weissen Substanz vom Kalbsrückenmark. Die Angabe Henle's, dass die Piafasern innerhalb der weissen Substanz besondere Netze um die Nervenfasern bilden, die bei manchen Thieren besonders entwickelt sein sollen, ist an und für sich äusserst unwahrscheinlich; das Misstrauen in die Angabe Henle' wird aber noch gesteigert, wenn man einen Blick auf die Abbildungen wirft, die, wie namentlich Fig. 2 und 3 unter aller Kritik und nur geeignet sind, die Auseinandersetzungen Henle's von vorneherein zu diskreditiren. In Fig. 25 sind für die angewandte 300fache Vergrösserung enorm derbe, theils sich kreuzende, theils wunderbar ineinander verschlungene Fasern abgebildet, welche von der Pia abstammen sollen, von den Gliafasern und Netzen ist dagegen keine Spur zu sehen. Da es aber im Texte heisst: „Wir kommen also zu dem Schluss, dass das Stroma des Rückenmarks (Glia) zwar Bindegewebsfasern aufnehmen kann, an sich aber nicht fasrig ist", so ist doch gewiss die Frage berechtigt, warum statt des Stroma, das ausser den Piafasern vorhanden sein und dieselben aufnehmen soll, auf der Abbildung sich nur sehr weite Lücken zwischen den Querschnitten der Nervenfasern und den angeblichen Piafasern befinden, welche die letzteren umspinnen. In Fig. 14 ist nun das Stroma der weissen Substanz allerdings und ohne Beimischung von Piafasern abgebildet, aber leider falsch. Dasselbe ist für die angewandte 300fache Vergrösserung viel zu derb und die Räume für die Nervenfasern zu weit. Balken und Knotenpunkte von einer Mächtigkeit, wie sie hier in der weissen Substanz vortreten, kommen beim Rind, wo sie doch verhältnissmässig derb sind, gar nicht vor. Die derberen Stränge und Knoten entsprechen ohne Zweifel gar nicht einzelnen soliden Stromatheilen, sondern setzen sich aus einzelnen, theils in der Schnittebene verlaufenden, theils querdurchschnittenen Fasern zusammen, die übersehen worden oder

möglicherweise mit einander verbacken sind, da die Theile vor der Härtung in Alkohol ¼—½ Stunde lang gekocht worden sind.

Henle äussert nach seinen einleitenden Bemerkungen, dass er die Frage nach der Beschaffenheit der Bindesubstanz der Centralorgane als eine „hinreichend verworrene" wieder aufgenommen habe. Fragwürdig konnten die bezüglichen Strukturverhältnisse überhaupt nur denen erscheinen, die sich nicht oder nur oberflächlich um dieselben bekümmert hatten, wenn aber die Verwirrung, welche Henle aufzuklären unternommen hatte, wirklich geherrscht hätte, so war es doch selbstverständlich ganz unerlässlich, sich vor allen Dingen davon zu überzeugen, ob die Bindesubstanz so wie sie an gehärteten Präparaten vortritt, auch an frischen Präparaten nachweisbar ist. Die Aufforderung dazu war um so dringender, als gerade in dieser Beziehung erhebliche Meinungsverschiedenheiten bestanden. Indessen erwähnt Henle in seiner ganzen Abhandlung die Beschaffenheit der Neuroglia im frischen Zusand mit keinem Wort.

Ich habe dem Gesagten nur noch einige Bemerkungen über die Gewebsveränderungen bei der grauen Degeneration hinzuzufügen. Es sind zuerst von mir die Veränderungen, welche bei dem krankhaften Prozess in den Gliafasern und Zellen, den Gefässwandungen und in den Nervenfasern wie in den Nervenzellen sich entwickeln genau geschildert und ist vor Allem der Nachweis geliefert worden, dass es sich um eine Neubildung handelt, dass aus der Substanz der geschwellten Gliafasern sich Fibrillen entwickeln und somit an die Stelle des alten ein ganz neues Gewebe tritt, welches die Reste der geschwundenen Nervenfasern einschliesst. Dass es sich innerhalb der fibrillären Gewebsabschnitte nicht um eine blosse Retraktion und Schrumpfung der Neuroglia nach vorausgegangenem Schwunde der Nervenfasern handelt, musste schon die Vergleichung der Beschaffenheit der normalen Glia mit den Befunden innerhalb des degenerirten Gewebes lehren. Es kommen zwar Gewebsabschnitte vor, wo der in Folge der Entartung der Neuroglia eingetretene Schwund der Nervenfasern sich in Theile der weissen Substanz mit nicht veränderter Neuroglia hineinerstreckt hat und wo thatsächlich die letztere geschrumpft ist, es bieten aber solche Gewebsabschnitte ein ganz anderes Aussehen dar als die Quer- und Längsschnitte aus dem fibrillären Gewebe.

Die seit dem Erscheinen meiner Untersuchungen publicirten Angaben über die Gewebsveränderungen bei der grauen Degene-

ration enthalten, so weit sie mir bekannt geworden sind, nur den einfachen Bericht über die gemachten Befunde, ohne Eingehen auf die Entwicklung des Prozesses. Erst Weifs[1]) hat die letztere verfolgt und meinen Beobachtungen entsprechend gefunden, dass die Fibrillen sich aus den geschwellten Glianetzen entwickeln. Weifs meint, dass ich unter fibrillär differenzirten Fasern die Bindesubstanzsepten zu verstehen scheine, indessen geht aus dem Zusammenhang wie aus der von mir gegebenen Schilderung der Struktur der Glia auf das Klarste hervor, dass unter der Bezeichnung Fasern sowohl einzelne längere Fasern als fasrige Bruchstücke der Glianetze zu verstehen sind, ganz abgesehen davon in wie weit dieselben an Bildung der Septa des Querschnitts sich betheiligen. An Längsschnitten sind es die die Nervenfasern begleitenden Längsfasern der Glia die an sich schon durch etwas beträchtlichere Stärke ausgezeichnet sind und namentlich dann als besondere Theile der Netze deutlich vortreten wenn sie geschwellt sind und die mit ihnen zusammenhängenden feineren, die Nervenfasern umspinnenden Fasern sich an der Schwellung nicht oder in geringerem Grade betheiligt haben. An Querschnitten treten als Theile des derberen Gliagerüstes radiär von der Peripherie nach Innen ziehende Fasern vor, die ebenfalls vielfach mit Theilen des benachbarten feineren Stromas zusammenhängen und wie die Längsfasern noch mehr als selbständige Bildungen imponiren, wenn sie vorzugsweise von der Schwellung betroffen sind. Ganz im Allgemeinen müssen aber als Fasern alle Netzbruchstücke bezeichnet werden, welche sich zwischen 2 Knotenpunkten der Netze oder zwischen Fasertheilungen und Anastomosen befinden, ganz abgesehen von ihrer Länge und Stärke. Es können auch einzelne den feineren Glianetzen angehörige, zusammenhängende, in der gleichen Richtung verlaufende Faserbruchstücke mehr als andere mit ihnen zusammenhängende Netzbruchstücke schwellen und treten dann ebenfalls deutlicher als die letzteren und als scheinbar selbständige Fasern vor, um so mehr da sie auch eine tiefere Karminfärbung annehmen.

In Betreff der von Weifs nicht wahrgenommenen Einwachsungen feiner Fibrillen in die Spalten zwischen Glia und Mark oder in die nach Schwund des letzteren bleibenden Lücken will ich bemerken, dass ich analoge Beobachtungen auch bei der mul-

[1]) Ueber die Histogenesis der Hinterstrangsklerose. Sitzungsberichte der Wiener Akad. d. W. Bd. 80. Oktoberheft 1879.

tiplen Sklerose gemacht[1]) und ausserdem gefunden habe, dass neben feinen Fibrillen in den aus Verschmelzung geschwellter Gliafasern entstandenen Plaques feine und überaus engmaschige Fadennetze sichtbar sind, für welche die schon bei schwächerer Vergrösserung sichtbaren Körner und Körnchen der Heerdsubstanz die Knotenpunkte abgeben. Einzelne Beobachtungen schienen dafür zu sprechen, dass sich die Anfangs noch gekörnten Fibrillen aus den auch an frisch untersuchten Präparaten vortretenden Netzen in der Weise entwickeln, dass gleichgerichtete und zusammenhängende fädige Bruchstücke der Netze sich verdicken.

Gestützt auf die Untersuchungen von Weifs hat Stricker[2]) sich über die Genese der Fibrillen in sklerotischen Rückenmarkssträngen verbreitet und seine Betrachtungen durch die folgende Bemerkung eingeleitet: „die Entstehungsweise der Fibrillen gehört zu den wichtigsten Fragen der allgemeinen Histologie. Man war darüber bis in die letzte Zeit herein nicht im Klaren, wenngleich einzelne Forscher, wie des Besonderen Friedreich und Frommann die Kenntniss dieses Prozesses wesentlich gefördert haben. Neuere Untersuchungen haben mich indessen in die Lage gesetzt, über die Genesis der Fibrillen bestimmte und wie mir scheint befriedigende Aufschlüsse zu geben.“ Was die Untersuchungen von Friedreich anlangt, so haben dieselben die Kenntnisse über die Entstehung des neuen Gewebes überhaupt nicht gefördert, da Friedreich sich lediglich auf den Nachweis des Vorhandenseins der Fibrillen und einer feinkörnigen Grundsubstanz beschränkt, über die Art ihrer Entstehung aber gar keine Angaben gemacht hat. Dagegen ist von mir zuerst und eingehender als von Weifs der Nachweis geliefert worden, dass die Fibrillen sich aus der Substanz der geschwellten Gliafasern entwickeln. Wenn also Stricker, gestützt auf die Untersuchungen von Weifs, dieses Verdienst für sich in Anspruch nimmt, so muss ich dies als eine starke Arroganz und Dreistigkeit bezeichnen. Wenn Stricker mit Unterstützung seiner Schüler genügend dafür Sorge trägt, dass der Werth seiner Leistungen nicht unterschätzt wird, so bin ich weit entfernt ihm daraus einen Vorwurf zu machen und ich erkenne dieselben um so lieber an,

---

[1]) Untersuchungen über die Gewebsveränderungen bei der multiplen Sklerose. Jena 1878. S. 29 u. 33.

[2]) Vorlesungen über allgemeine und experimentelle Pathologie Wien 1877. S. 582.

als ich auf Grund meiner Untersuchungen vielfach zu Ansichten gelangt bin, die mit denen Stricker's im Wesentlichen übereinstimmen. Dagegen muss ich mich auf das Entschiedenste dagegen verwahren, dass Stricker auf meine Kosten sich Verdienste zuschreibt die er überhaupt nicht hat. Die weiteren von Stricker gemachten Angaben sind nur geeignet seine Prätensionen noch ungerechtfertigter erscheinen zu lassen. Er sagt: „die Massenzunahme des Balkenwerks erfolgt zweifellos auf Kosten der Nervenröhren." Man erwartet als selbstverständlich, dass eine Begründung dieses Satzes folgen werde, dieselbe folgt aber nicht, sondern Stricker führt nur an, dass mit Massenzunahme der Glia die markhaltigen Fasern noch gruppenweise als kleine Inseln in den confluirenden Balken sich präsentiren und dass das Mark einzelner Nervenfasern so vollständig von den letzteren aufgenommen wird, dass nur der Axencylinder übrig bleibt. Wie in der Cornea die Grundsubstanzinseln durch die Schwellung des Netzes von Zellausläufern allmählig reducirt werden, so verbreitern sich im Rückenmark die Septa allmählig auf Kosten der Nervenröhren.

Dass mit der Schwellung der Glianetze eine Dickenabnahme der Markscheide Hand in Hand geht, dass in den derberen Strängen und Plaques rothgefärbter Gliasubstanz sich Axencylinder finden, die dicht von der letzteren umschlossen gar keine Markscheide mehr besitzen, ist zunächst von mir und nicht von Stricker nachgewiesen worden und wenn derselbe als auf einen analogen Vorgang auf die mit Schwellung der Zellausläufer verbundene Massenabnahme der Grundsubstanzinseln der Cornea verweist, so übersieht er vollständig, dass er erst den Nachweis zu führen hat, dass der letztere Vorgang thatsächlich dem bei Schwund des Marks analog ist, dass das letztere in ähnlicher Weise bei entzündlichen Prozessen in Mitleidenschaft gezogen wird wie die Grundsubstanz im Bindegewebe. Stricker will sich aber noch in anderer Weise durch die direkte Beobachtung von dem Zerfalle der Nervenröhren zu Fibrillen überzeugt haben. Er hat nämlich gesehen, dass die Querschnittsbilder der Nervenröhren noch in ihren Contouren angedeutet und dennoch schon in Fibrillen zerfallen waren, d. h., dass an Stelle des Nervenrohrs ein Bündel feinster Fibrillen vorhanden war das auf dem Querschnitt als ein Häufchen von feinen Körnern erschien. Das blosse Vorkommen von Fibrillenbündeln deren Dicke ungefähr der Dicke markhaltiger Fasern entspricht beweist aber für sich selbstverständlich nicht, dass die ersteren aus einem Zerfall der letzteren

hervorgegangen sind. Derartige Fibrillenbündel können an Quer- wie an Längsschnitten sowohl in der Ebene der Schnittfläche als senkrecht zu derselben verlaufend wahrgenommen werden und ganz ausdrücklich habe ich auf das Vorkommen fibrillär gewordener Längsfasern der Glia bei Besprechung der Strukturveränderungen in den entarteten Seitensträngen aufmerksam gemacht. Da nur einzelne der die alten Längsfasern verbindenden und die Nervenfasern überkreuzenden und umspinnenden Fasern die gleiche Umwandlung erfahren hatten, traten, soweit dies nicht der Fall war, die fibrillär gewordenen Längsfasern als von einander gesonderte, ziemlich parallele Fibrillenbündel hervor[1]). Selbstverständlich bestreite ich keineswegs die Möglichkeit, dass überhaupt das Mark an der Schwellung der Gliafasern und an der Fibrillenbildung in irgend einer Weise betheiligt sein könne, sondern vermisse nur die Begründung, dass ein solcher Vorgang thatsächlich stattgefunden hat. Wenn Stricker um das die Stelle einer Nervenfaser einnehmende Fibrillenbündel im Querschnitt noch den Markkontour angedeutet gefunden hat, so hätte es sich doch der Mühe verlohnt, diesen Befund an Osmiumpräparaten weiter zu verfolgen. Da der Markschwund schon im Anfang des Prozesses ein sehr beträchtlicher ist, so liegt allerdings die Vermuthung nahe, dass das Mark oder Theile desselben von den schwellenden Fasern aufgenommen werden, indessen habe ich thatsächliche Anhaltepunkte für einen derartigen Vorgang nicht gewinnen können.

Stricker hat sich ausserdem sehr bemüht über das Schicksal der Schwann'schen Scheide bei entzündlichen Vorgängen im Nervensystem in's Klare zu kommen. Die Untersuchung der peripheren Nerven ergab, dass das ganze markhaltige Nervenrohr zu einem fein granulirten, mit Kernen versehenen Strange umgestaltet wird. An der weissen Substanz des centralen Nervensystems gelang es ihm bisher nicht, das Verschmelzen der Schwann'schen Scheide mit ihrem Inhalte zu erkennen, wenngleich eine Endphase des Prozesses die er an Querschnitten der Stabkranzfaserung studirt hat, darüber kaum mehr einen Zweifel zulässt. Diese Querschnitte lehrten nämlich, dass zwischen den noch feinen Zügen der bindegewebigen Septa je ein Maschenraum von je einem fein granulirten und kernhaltigen Körper ausgefüllt war. Diese Körper sind „offenbar" aus der Verschmelzung sämmtlicher Formbestandtheile der markhaltigen Faser hervorgegangen.

---

[1]) Untersuchungen II. Theil, S. 89.

Die richtige Beurtheilung pathologischer Gewebsveränderungen setzt die genaue Kenntniss der normalen Strukturverhältnisse voraus. Hätte sich Stricker genauer um die Beschaffenheit der markhaltigen Fasern in den Nervencentren bekümmert, so würde er keine Veranlassung gehabt haben die Schicksale ihrer Schwann-schen Scheiden bei entzündlichen Vorgängen zu erforschen, da bekanntlich die Nervenfasern im Gehirn und Rückenmark Schwann-sche Scheiden überhaupt nicht besitzen [1]).

Auch nach den Befunden von Ribbert [2]) werden die pathologischen Vorgänge (bei der multiplen Sklerose) eingeleitet durch Schwellung der Gliafasern und besonders der Zellen; ausserdem kommt es zur Vergrösserung der Kerne die erst später durch Theilung sich vermehren. Gleichzeitig schwinden die Nervenfasern und nur die Maschen, welche von ihnen eingenommen wurden bleiben sichtbar, sind aber entsprechend der Massenzunahme der Neuroglia verengt, im Gehirn leer, im Rückenmark dagegen ausgefüllt von Körnchenkugeln, die sich nach Behandlung mit Nelkenöl als farblose Zellen erweisen. Durch die letzteren werden die im Rückenmark noch längere Zeit persistirenden Axencylinder an die Wand gedrückt.

Wenn Ribbert angiebt, dass sich aus der Untersuchung der Grenzzonen der Heerde die Ansicht herausgebildet habe, dass die Veränderungen der Neuroglia einen einleitenden Vorgang repräsentiren, so muss ich dies dahin berichtigen, dass von dem sich Herausbilden einer solchen Ansicht gar nicht die Rede sein kann, sondern dass von mir nachgewiesen worden ist, dass sowohl bei der strangweisen Degeneration als bei der multiplen Sklerose die krankhaften Veränderungen von der Neuroglia ausgehen. Es handelt sich dabei aber nicht allein um Schwellung der Knotenpunkte und Fasern, sondern auch um Verschmelzen benachbarter Knotenpunkte und Fasern wodurch es zur Bildung mikroskopischer Plaques kommt, von denen die grösseren noch einzelne markhaltige Fasern oder nackte Axencylinder einschliessen. Dass die vorhandenen Kerne sich zunächst vergrössern und dann theilen ist ohne Zweifel sehr wohl möglich, daneben aber lässt sich auch die Möglichkeit einer Neubildung von Kernen nicht in Abrede stellen. Bezüglich der Zusammensetzung

---

[1]) Untersuchungen I. Theil, S. 10.

[2]) Ueber multiple Skelerose des Gehirns und Rückenmarks. Virchow's Archiv, Bd. XC.

der Heerdsubstanz habe ich, wie bereits erwähnt, darauf aufmerksam gemacht, dass sich in derselben sehr feine und sehr engmaschige Fadennetze nachweisen lassen, deren Knotenpunkte durch Körner und Körnchen gebildet werden und dass mit den letzteren auch feine Fäden zusammenhängen, welche von der Kernmembran ab oder aus dem Kerninnern austreten. Es sind das Strukturverhältnisse die meines Erachtens nicht nur für den in Rede stehenden Prozess, sondern für Neubildungen überhaupt von fundamentalem Interesse sind und desshalb bei allen einschlägigen Untersuchungen berücksichtigt zu werden verdienen.

Die weiteren Umbildungen der Neuroglia führen nach Ribbert zur Abgrenzung blasser Zellen in denen die Kerne vermehrt und vergrössert sind und von welchen nach allen Richtungen Fortsätze ausstrahlen, die sich in ein äusserst fein fibrilläres Gewebe auflösen, welches die Maschen für die Nerven umspinnt. Aber auch nach Zunahme der Menge dieser Zellen finden sich noch einzelne Kerne ohne Zunahme des Protoplasmas im fibrillären Gewebe, meist aber so, dass man erkennt wie solche Stellen Knotenpunkte im Gewirre der Fasern repräsentiren. Indem das Faserwerk der Neuroglia immer dichter wird und an Menge zunimmt schwindet das Lückensystem für die Nervenfasern, an seine Stelle tritt ein gleichmässiges Netzwerk und in den allerdings noch reichlich vorhandenen rundlichen Lücken desselben finden sich in den Hirnheerden Körnchenzellen die gerade in diesem Stadium gewöhnlich sehr zahlreich vorhanden sind. Das Auftreten von Körnchenzellen leitet Vf. nicht von Gliazellen, sondern von ausgewanderten und in die Heerdsubstanz eingedrungenen farblosen Zellen her, welche das vom Zerfall des Nervenmarks herrührende Fett aufgenommen haben und stützt seine Meinung nicht blos darauf, dass nach Extraktion des Fetts Zellen zurückbleiben, die nach ihrer Form und nach Beschaffenheit der Kerne den farblosen Zellen gleichen, sondern auch auf den Umstand, dass die Körnchenzellen erst auftreten, wenn das Bindegewebe die Nervenfasern zum Zerfall bringt. Vor ihrem Auftreten erkennt man noch die Räume für die Nervenfasern, sobald sie reichlich vorhanden sind, finden sich im Neurogliagewebe nur noch Lücken für sie, nicht mehr für die Nerven. Ausserdem will Verf. die Identität der Körnchenkugeln mit farblosen Zellen durch die Wanderfähigkeit der Körnchenkugeln begründen. Er findet sie in älteren Heerden nicht mehr im Innern der Neuroglia, sondern nur noch in den Gefässscheiden. Letztere sind auch schon dann reichlich mit Fett

gefüllt, wenn solches auch noch im Heerde selbst vorkommt. Es hat oft den Anschein, als sei die ganze Lymphscheide, ohne genauere Differenzirung, nach Charcot in Form einer Emulsion, mit Fett gefüllt. Aber mit Hülfe der Färbung lässt sich bald herausbekommen, dass auch hier nur dicht gedrängte rundliche Haufen vorliegen zu denen ein Kern gehört und nach Aufhellung mit Nelkenöl ist der ganze Raum mit den oben geschilderten runden Zellen gefüllt. Auf diese Weise wird „also" das aus dem Zerfall des Nervenmarks hervorgegangene Fett von den Lymphkörpern aufgenommen, zu den Gefässen geführt und verschwindet so nach und nach aus dem Heerde.

Im Rückenmark werden die nach Schwund der Nervenfasern zurückbleibenden Lücken von Körnchenkugeln eingenommen, die aber nach und nach wieder schwinden und ihr Platz wird eingenommen von dem üppig wuchernden Neuroglianetz, in dessen Knotenpunkten, wie im Gehirn, protoplasmatische Zellen liegen, von denen das Faserwerk ausstrahlt. Wird so das Gliagewebe immer ärmer an Körnchenzellen, so trifft man sie noch reichlich in den Gefässscheiden bis sie in den ältesten Heerden auch aus ihnen verschwunden sind.

Die in den Heerden sich entwickelnden zellenartigen Körper zeigen, wie ich nachgewiesen habe, nach ihrer Form, Grösse und Beschaffenheit sehr erhebliche Verschiedenheiten. Es finden sich einmal zellenartige Gebilde die einen oder 1 Paar Kerne enthalten und von deren Polen lange, glänzende, derbe, mitunter gabelförmig gespaltene, oder aufgesplitterte Fortsätze ausgehen, die sich mehr und mehr verschmälern und mit ihren Enden zwischen den benachbarten Fibrillen verschwinden. Eine deutliche Zellgrenze ist hier gar nicht festzustellen, es handelt sich vielmehr um Differenzirung fibrillenartiger Gebilde aus der Substanz der geschwellten Glia, die nur desshalb den Eindruck von Zellfortsätzen machen, weil sie an den Kernpolen die grösste Dicke erreichen. Von der unmittelbaren Umgebung anderer Kerne und Kernanhäufungen gehen Fibrillen aus, die histogenetisch ganz dieselbe Bedeutung haben, da sie aber in der Nähe der Kerne an Dicke nicht zunehmen, imponiren sie auch nicht als Zellausläufer. In beiden Fällen ist die Substanz der Glia mit Bildung der Fibrillen blass und durchscheinend geworden, färbt sich durch Karmin nicht oder nur sehr schwach und lässt sich nicht oder nur sehr undeutlich abgrenzen. Ribbert giebt S. 251 an, dass innerhalb des dichten Maschen- und Filzwerks der Zellausläufer noch einzelne Kerne

ohne Zunahme des Protoplasma im fibrillären Gewebe liegen, meist aber so, dass solche Stellen Knotenpunkte im Gewirre der Fasern repräsentiren. Er scheint dabei von der Voraussetzung auszugehen, dass das Protoplasma nur soweit an Menge zugenommen habe, als es innerhalb des fibrillären Gewebes noch in Form grösserer Mengen körniger Substanz die Kerne umgiebt; seine Menge hatte aber auch da zugenommen, wo die Fibrillen bis in die Nähe der Kerne heranreichen, da die Fibrillen erst sich auf Kosten des Protoplasma entwickelt haben. Da die neugebildeten Fibrillen histogenetisch dieselbe Bedeutung haben wie die Fibrillen des Bindegewebes, ist es übrigens nicht zweckmässig, sie, wie es Ribbert thut, bald als Fibrillen, bald als Fasern zu bezeichnen und ebenso umgekehrt, bald von Fasern, bald von Fibrillen der unveränderten Neuroglia zu sprechen.

Es finden sich 2) ebenfalls sowohl bei der strangweisen Degeneration als bei der Herdsklerose zellenartige Gebilde, die nicht immer einen oder ein Paar Kerne enthalten und nur zum Theil aus alten Gliazellen, zum Theil aber aus geschwellten Knotenpunkten der Netze oder überhaupt aus umschriebenen Abschnitten der sich entwickelnden Heerdsubstanz hervorgehen und die ich kurz als Gliakörper bezeichnet habe. Sie besitzen eine sehr wechselnde Form und Grösse, theils derbere verästelte wie unverästelte, theils aber feine fibrilläre, häufig sehr dicht gestellte Auslaufer. Unter Schwinden ihrer feingranulirten Beschaffenheit wird bei einem Theil derselben die Peripherie oder auch das Innere stärker glänzend und homogen. Die derberen glänzenden Fortsätze scheinen sich ausschliesslich aus der Substanz der geschwellten Glia zu entwickeln, während in Betreff der feinen, häufig sehr dicht gestellten, nicht verästelten und von nicht verdichteten Theilen des Umfangs der Gliakörper entspringenden Fibrillen die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden kann, dass sie aus dem letzteren ausgewachsen sind. Das Vorkommen von ähnlich beschaffenen Körpern und die Betheiligung ihrer Fortsätze an Bildung des fibrillären Gewebes wird von Ribbert wie von Anderen ausdrücklich hervorgehoben, dagegen ist von mir nachgewiesen worden, dass sie charakterisirt sind durch die sehr feine und dichte Granulirung ihrer Substanz, dass sie nicht sämmtlich Kerne enthalten und dass neben den derberen Fortsätzen auch feine Fibrillen von ihnen abtreten.

Unter den von mir untersuchten grösseren Heerden liessen sich im Allgemeinen 2 Formen unterscheiden, solche, in denen die

Fibrillenbildung mit mehr oder weniger zahlreich eingestreuten Gliakörpern und frei zwischen die Fibrillen eingelagerten Kernen überwog und solche, in denen die Produkte der rückgängigen Metamorphose in Form von Fetttropfen, Fettkrystallen und von Fettkörpern angehäuft waren. Die Fettkörper gehen aus umschriebenen Abschnitten der Heerdsubstanz hervor, deren Körnchen zu Fettkörnchen umgewandelt werden oder in dieser Umwandlung begriffen sind; der Umfang dieser Körper nimmt zu, indem die Körnchen in der umgebenden Heerdsubstanz ebenfalls gruppen- oder reihenweise verfetten, so dass das Wachsthum unter Apposition neuer Schichten verfetteter Heerdsubstanz erfolgt oder in Form zackiger in die letztere ausgreifender Fortsätze. Damit ist der Nachweis geliefert, dass die Heerdsubstanz als solche verfetten kann, wodurch nicht ausgeschlossen wird, dass auch das Nervenmark an der Fettbildung betheiligt sein kann.

Auf den Eintritt einer Auswanderung farbloser Zellen schliesst Ribbert aus der Vermehrung der Kerne um die Gefässe, so dass er den gleichen Eindruck wie bei einer entzündlichen Emigration weisser Blutkörper irgend eines anderen Gewebes erhielt. Da aber Ribbert sich über den Verbleib der Zellkörper nicht geäussert hat, bleibt zunächst nur die Annahme, dass es sich um Kerne handelte die der Heerdsubstanz angehören. Ich habe farblose Zellen nur in manchen der pericellulären Räume der Ganglienzellen der Grosshirnrinde und in manchen der grösseren, nach Schwund der Nervenfasern übrig gebliebenen Lücken innerhalb der weissen Substanz des Rückenmarks wahrgenommen und es schien mir auch nicht wahrscheinlich, dass farblose Zellen in die sich entwickelnde Heerdsubstanz oder zwischen die sich durchkreuzenden einzelnen Fibrillen und Fibrillenbündel eindringen sollten, so weit nicht wenn auch nur schmale Bahnen für ihre Wanderung frei gelassen werden. Das thatsächliche Vorkommen von lymphoiden Zellen oder von Körnchenzellen innerhalb der körnigen Heerdsubstanz oder zwischen den Fibrillen lässt aber natürlich keine andere Deutung zu, als dass es sich entweder um Wanderzellen oder um aus der Glia neugebildete Zellen handelt. Für das Statthaben des letzteren Vorgangs habe ich in den beiden untersuchten Fällen von strangförmiger und von disseminirter Sklerose keine Anhaltepunkte gewinnen können.

In Betreff der definitiven Gestaltung der sklerotischen Heerde gewährten Ribbert weitere Aufschlüsse die Befunde in einem

zweiten Fall die bezüglich der Entwicklung von Fibrillen aus dem Protoplasma der Zellen mit dem von mir Beobachteten übereinstimmen. Die meisten Heerde waren älteren Datums und nur die wenigen jüngeren durch reichliche Einlagerung von Körnchenzellen ausgezeichnet. Nach Verschwinden der letzteren macht die Wucherung der Neuroglia weitere Fortschritte, die protoplasmatischen Zellen imponiren durch ihre Grösse und durch die Zahl ihrer Kerne. Aber bald beginnen weitere Prozesse, die den Heerd immer mehr in eine derbe Masse umwandeln. Das Protoplasma der grossen Zellen verschwindet wieder, es geht wieder in die Faserbildung auf, so dass schliesslich bei den einzelnen Zellen ähnliche Verhältnisse resultiren, wie im normalen Gewebe, indem jetzt scheinbar die Fibrillen von den Kernen direkt ausgehen. Allein bezüglich dieser bleibt ein bemerkenswerther Unterschied bestehen. Sie verschwinden nicht wieder wie das Protoplasma, sondern bleiben entsprechend ihren Zellterritorien gruppenweise liegen und zeigen so die Punkte an, von denen die einen dichten Filz bildenden Fasern ausstrahlen.

Dass an den Gefässwandungen Veränderungen eintreten, wird vom Verf. im Allgemeinen constatirt, indessen ist er auf dieselben nicht näher eingegangen; er hält es nur für fraglich, ob dieselben, wie Rindfleisch angiebt den Veränderungen der Neuroglia vorausgehen. Die Ansicht von Rindfleisch kann aber aus dem Grunde gar nicht in Betracht kommen, weil Rindfleisch, in der irrigen Voraussetzung, die Glia habe im normalen Zustande eine amorphe Beschaffenheit, unveränderte Gliafasern für aus der amorphen Glia hervorgegangene angesehen und die den Eintritt der krankhaften Veränderungen bezeichnende Schwellung der Gliafasern und Netze gar nicht gekannt hat.

Vor Kurzem ist noch von Friedmann[1]) eine genaue Schilderung und sehr eingehende Besprechung der von ihm in 2 Fällen von disseminirter Sklerose wahrgenommenen Gewebsveränderungen veröffentlicht worden.

Gegen die von mir vertretene Anschauung wendet F. ein, dass der Nachweis von mir gar nicht erbracht sei, dass thatsächlich die derberen Fibrillen in den Fasermassen der ausgebildeten Heerde aus den feinen Fibrillen der kleinen Heerde und aus denen der Grenzschicht der grösseren Heerde hervorgehen. Ueber-

---

[1]) Zur pathologischen Anatomie der multiplen chronischen Encephalitis. Wien 1883.

gangsformen zwischen beiden Faserformen seien nicht genügend mitgetheilt. Ich habe dagegen nicht nur in den Untersuchungen über die multiple Sklerose, sondern schon in denen über die strangweise Degeneration des Rückenmarks ganz ausdrücklich darauf hingewiesen, dass diese Uebergangsformen sich finden und dass mit zunehmender Derbheit der Fibrillen, die Substanz, in welche sie eingebettet sind mehr und mehr das Vermögen durch Karmin gefärbt zu werden verliert, bis schliesslich im entwickelten fibrillären Gewebe die einzelnen Fibrillen nur noch durch eine helle, durchscheinende und schwer wahrzunehmende Kittsubstanz verbunden werden. Die von mir gegebene Abbildung junger Fibrillen lässt nach F. die Deutung zu, dass es sich um die ziemlich intakten Hornscheiden (also um durch die härtende Flüssigkeit verändertes Nervenmark) handelt, wogegen ich auf die oben wieder abgedruckte Schilderung des Aussehens des Marks an Längs- und Querschnitten verweise; ausserdem sind meine Beobachtungen nicht blos an mit Terpentinöl aufgehellten, sondern auch an nur durch Karmin gefärbten wie an mit Osmiumsäure behandelten Präparaten angestellt worden.

Dass die Heerdsubstanz sich aus geschwellten, tingirbaren Gliafasern entwickelt, ist eine Thatsache die sich bei einiger Aufmerksamkeit leicht feststellen lässt, besonders nachdem ich ausdrücklich darauf hingewiesen habe, dass an der Heerdgrenze überall geschwellte Gliafasern unmittelbar aus glatten, nicht geschwellten, nicht oder sehr wenig gefärbten hervorgehen und unter Schwinden des Marks der von ihnen umschlossenen Nervenfasern zur Bildung kleiner Centren von Heerdsubstanz, mikroskopischer Plaques, miteinander verschmelzen.

Der Vorgang ist genau derselbe wie bei der strangweisen Degeneration des Rückenmarks, ist aber an den derberen Gliafasern der weissen Stränge des letzteren leichter zu verfolgen als an den zarteren Gliafasern im Gehirn. Auch die Kapillarmembranen und die Fasern der Adventitia erfahren vielfach eine ähnliche Schwellung und bekommen ein körniges Aussehen, während von einem Exsudat in Form körniger Gerinnsel in der Umgebung der Gefässe nicht das Geringste zu sehen ist.

F. meint, eine allmählige, durch längere Zeit fortdauernde Vermehrung von Bindegewebsfasern könne am einfachsten zu Stande kommen durch beständige Neubildung von Ausläufer tragenden Bindegewebszellen deren Zellleiber zu Grunde gehen oder vielleicht für unsere Hülfsmittel unkenntlich werden, während ihre Fort-

sätze unter collagener Umwandlung als anscheinend freie Fasern bestehen bleiben. Dafür spricht nach Friedmann die Uebereinstimmung in dem Aussehen der anscheinend freien Fasern mit den Zellausläufern und der Umstand, dass an Stellen von jüngerer Erkrankung die Zahl der Fasern, welche als Zellenfortsätze theils gedeutet, theils erwiesen werden können, öfter überwiegt über die anscheinend oder vermuthlich freier Fasern.

Ich zweifle sehr, dass für diese Vermuthungen Friedmann's sich bestimmte thatsächliche Anhaltepunkte werden gewinnen lassen. Meiner Ueberzeugung nach beruhen die Fibrillenbildung und die Bildung von Zellen und zellenartigen Körpern die nach ihrer Form und Beschaffenheit von unveränderten Gliazellen wesentlich verschieden sind, auf Vorgängen die nicht von einander getrennt werden können, auf einer Verdichtung der geschwellten Glia die theils zur Bildung von Fibrillen innerhalb der geschwellten Fasern und ihrer kernhaltigen Knotenpunkte führt, theils zur Bildung von wohlabgegrenzten Zellen oder zellenartigen Körpern.

XV. Spontan und nach Einwirkung inducirter Ströme eintretende Veränderungen des Inhalts der Köpfchen der Drüsenhaare von Pelargonium zonale.

Die an den Körnern lebender thierischer Zellen wahrgenommenen Veränderungen veranlassten mich, auch das Verhalten der Körner in Pflanzenzellen, und zwar, als einem leicht zugänglichen Objekt, in den Köpfchen der Drüsenhaare von Pelargonium zon. zu untersuchen. Die an protoplasmatischen Körnern von Pflanzenzellen von Weiss, Trécul, Kraus und neuerdings von Fritsch[1]) wahrgenommenen Veränderungen beziehen sich auf gefärbte Körner. Nach Fritsch sind die verschiedenen Formen der gefärbten Körner als Entwicklungsstufen der ursprünglich kuglichen Körner anzusehen, deren Farbstoffträger

[1]) Ueber farbige, körnige Stoffe des Zellinhalts. Königsberg 1882; Weiss, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte des Farbstoffs der Pflanzenzellen. Wiener Sitzungsberichte Bd. 50 u. 54; Kraus, Untersuchungen über die Farbstoffkörner bei Solanum pseudocapsicum, Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. VIII; Trécul, Annal. de scienc. nat. S. IV. T. X. 1858.

protoplasmatischer Natur ist. In den ursprünglich runden und soliden Körnern entwickelt sich allmählig und unter Auftreibung des Korns ein Hohlraum oder es entstehen 2 und 3 solcher Hohlräume die mit ihrem Wachsthum die Berstung des Korns bewirken. War nun ein Hohlraum vorhanden, so entsteht bei seinem Platzen ein hufeisen- oder halbmondförmiges Gebilde das sich allmählig streckt; hatten sich mehrere Hohlräume gebildet, so entstehen oft höchst bizarre Formen. Schliesslich zerfallen alle Körner in eine Menge kleiner Körnchen aus deren Lage man Anfangs noch die Form des Mutterfarbkorns erkennen kann, die sich aber bald in der Zelle vertheilen. Ein solches Verhalten zeigen die Körner in den Blüthen von Impatiens longicornu, Viola tricolor u. A., während die aus geplatzten vakuolisirten Körnern hervorgegangenen Spindeln in den Früchten von Pirus aucuparia sich wieder vakuolisiren und die entstandenen einfachen oder mehrfachen Hohlräume bei ihrem Bersten die Spindeln spalten, so dass diese in verästelte, in Spitzen auslaufende Gebilde umgewandelt werden. In den Zellen der Früchte von Pirus aucuparia waren nicht selten die Farbspindeln dem Zellkern eingelagert oder hafteten ihm mit einem Ende an. In anderen Pflanzen, wie in den Zellen der Randblüthen von Calendula officinalis führt der sich entwickelnde Hohlraum der Körner kein Platzen derselben herbei, sondern das ganze Korn erhält erst ein feinkörniges Aussehen, worauf die Körnchen sich allmählig im Zellraum vertheilen.

Die Glieder der 3—5 gliedrigen Drüsenhaare von Pelargonium, enthalten neben Körnchen und strömendem oder ruhenden Plasma Fäden die quer und schräg durch den Zellraum ausgespannt sind oder mehr der Längsaxe des Glieds parallel verlaufen, ziemlich häufig unter Bildung derberer Knotenpunkte anastomosiren und mitunter in schlängelnder oder pendelnder Bewegung begriffen sind; namentlich die Endglieder werden nicht selten in ihrer ganzen Ausdehnung von einem Gerüst feinerer und derberer, vielfach anastomosirender Fäden durchsetzt, seltener und nur in beschränkter Ausdehnung finden sich engmaschige Netze. Mitunter enthalten die Endglieder fast ganz homogenes Plasma oder dieselben Körner, strang- und stäbchenförmigen Gebilde wie sie sich auch in den Köpfchen finden. Die runden, ovalen oder spindelförmigen Kerne sind mitunter fast ganz homogen, schliessen häufiger sehr dicht gestellte und feine Körnchen und mitunter ein relativ grosses Kernkörperchen ein und sind in den Endgliedern während

des Bestehens einer Plasmaströmung nicht oder nur undeutlich sichtbar, treten aber mit zunehmender Deutlichkeit nach Erlöschen der letzteren vor.

Der Inhalt der Köpfchen ist nach der Beschaffenheit seiner Formelemente wie nach der Art ihrer Anordnung und Vertheilung ein ziemlich wechselnder.

1) Das Innere zahlreicher Köpfchen wird ganz eingenommen von dicht gestellten, schwach oder stark glänzenden, weisslichen oder gelblichen Körnern, welche eine sehr wechselnde Grösse, blasse oder scharfe Kontouren und meist ein vollkommen homogenes, seltener ein undeutlich granulirtes Aussehen darbieten und im optischen Durchschnitt eine runde, ovale, quadratische, rechteckige oder polygonale, seltener eine sichel-, halbmond-, spindel- oder birnförmige Gestalt besitzen. In den hellen Spalträumen zwischen den Körnern ist Flüssigkeit enthalten, in welcher an Stellen wo die Körner etwas weiter auseinander gerückt sind, feine Körnchen hin und her oscilliren und die ausserdem feine Fäden einschliesst, welche theils benachbarte Körner mit einander verbinden oder nur als stielartige Fortsätze der Körner vortreten, theils aber die Spalträume durchziehend auf längere Strecken sichtbar sind, hie und da kleine gekörnte, spindelförmige Anschwellungen zeigen und sich mitunter zur Bildung eines sehr zarten Reiserwerks verbinden, durch welches die Körner theils verbunden, theils umsponnen werden. In manchen Köpfchen finden sich neben Körnern wie sie in Fig. 43, Taf. III, vortreten, oder in grösserer Häufigkeit als die Körner stäbchenförmige, hie und da anastomosirende Gebilde (Fig. 48), welche dieselbe oder eine etwas geringere Stärke als die Körner aber das gleiche Brechungsvermögen besitzen, mitunter knotige oder zackig auslaufende Verdickungen tragen oder eine perlschnurartige Gliederung zeigen, wenn sie durch verschmolzene Körner gebildet werden. Sie sind meist gerade oder nur wenig gebogen, nehmen aber mitunter mannichfache Formen an und sind dann haken-, S- oder hufeisenförmig gekrümmt und häufig mit schleifenförmigen Ausbiegungen versehen. Mitunter gehen die Stäbchen sehr zahlreiche Verbindungen ein und bilden dadurch ein derbes Gerüst, ausserdem hängen sie, wie die Körner häufig untereinander durch feine Fäden zusammen.

Die Körner und Stäbchen erfüllen nicht immer den ganzen Binnenraum des Köpfchens sondern bilden häufig nur einen rundlichen, bald mehr die centralen Partien des letzteren (Fig. 43)

einnehmenden, bald der Scheidewand zwischen Köpfchen und Endglied aufliegenden Haufen, von welchem aus einzelne Körneragglomerate in Form breit abgehender und sich verschmälernder Fortsätze sich nach der Wand erstrecken können. Einzelne weitere Lücken innerhalb der Körnerhaufen enthalten bald nur homogene Flüssigkeit, bald netzartig verbundene oder reiserförmig verzweigte Fasern und auch die von dem Haufen sich ablösenden und nach der Wandung ziehenden Fortsätze bestehen häufig nicht aus Körnern, sondern aus verzweigten und zum Theil anastomosirenden Fäden und Strängen oder aus Netzschichten. Der Raum zwischen dem Körnerhaufen und der Wandung wird von sehr fein und blass granulirter Substanz eingenommen oder von Flüssigkeit, welche eine wechselnde Zahl in Molekularbewegung begriffener Körnchen einschliesst.

Die Köpfchen der Haare von den Stielen junger Blätter und von den Stielen der Blüthenknospen schliessen sehr häufig fast sämmtlich nur Körner oder diese und stabförmige Gebilde ein, während die Köpfchen der Haare von den Stielen entwickelter Blätter und namentlich die von den Stielen entwickelter Blüthen sehr häufig zum grössten Theil ein ganz anderes Aussehen darbieten. Der Kern wird in denselben von einer mehr oder minder mächtigen Schicht blass granulirter Substanz umschlossen, in welche Körner nicht oder nur vereinzelt eingelagert sind und welche neben einzelnen derberen Körnchen häufig einzelne Fäden, derbere fädige Stränge, Netzschichten und bläschenförmige Gebilde mit hellem Inhalt und glatter, im Durchschnitt fädiger Wandung einschliesst. Vom Umfang der granulirten Schicht strahlen wieder sehr häufig körnige Streifen, schmale Netzschichten oder feinere und derbere verzweigte und zum Theil anastomosirende Fäden nach der Köpfchenwand aus. In Fig. 44 und 45 hat die den Kern umgebende Schicht nur eine geringe Mächtigkeit, enthält keine Vakuolen und hat in Fig. 44 ein netzförmiges Gefüge, während in Fig. 45 wohl die Körnchen in der unmittelbaren Umgebung des Kerns vielfach mit kurzen Fäden zusammenhängen, ohne aber sich mit denselben zur Bildung ganz oder fast ganz geschlossener Maschen zu verbinden. Derbere, nach der Peripherie ausstrahlende Fäden finden sich in Fig. 45, während in Fig. 44 der flüssige Inhalt des Köpfchens nur Fadenrudimente enthält die hie und da untereinander zu kleinen verästelten Reisern verbunden sind.

Die Körner und Stäbchen wie Netze, fädige oder granulirte Substanz schliessen in der Regel einen runden oder ovalen, homogenen oder sehr blass und fein granulirten Kern ein, der

mitunter eine zarte, fädige Hülle besitzt (Fig. 43, 44 und 45). Derselbe enthält in der Regel ein rundes oder ovales, central oder excentrisch gelegenes kernkörperchenartiges Gebilde, das nach Grösse, Form und Brechungsvermögen vollkommen den Körnern gleicht, wie diese homogen ist und nur mitunter in der Peripherie ein etwas stärkeres Brechungsvermögen als im Innern besitzt, so dass die erstere in Form eines etwas glänzenden Saumes vortritt. So weit der Kern von Körnern umgeben ist, wird er von denselben durch ähnliche, schmale Spalträume getrennt wie sie die einzelnen Körner von einander trennen, während von granulirter oder von körnig-kurzfädiger Substanz umschlossene Kerne sich von derselben meist durch ihre feinere und dichtere Granulirung unterscheiden und desshalb auch in diesem Fall als besondere Körper vortreten. Mitunter greift aber die Kernsubstanz mit zackigen oder buckligen Fortsätzen und Prominenzen in die umgebende körnige Schicht aus und in einzelnen Fällen konnten sogar derbere, strangförmige Fortsätze von Kernsubstanz zwischen den Körnern bis in die Nähe der Membran des Köpfchens verfolgt werden; auf der anderen Seite kommt es nicht selten vor, dass aus der den Kern umschliessenden körnigen oder körnig-kurzfädigen Substanz Reihen, Gruppen und streifige Züge von Körnchen wie körnige Fäden sich in die peripheren Abschnitte des Kerninnern einsenken. Es wird unter diesen Umständen einmal die Begrenzung des Kerns eine sehr unregelmässige und ausserdem hört er auf ein von dem umgebenden Köpfcheninhalt überall gesonderter Körper zu sein.

In einer beschränkten Anzahl von Köpfchen schien ein Kern ganz zu fehlen, mindestens war von einem solchen nichts wahrzunehmen und ihr Inhalt zeigte dann eine verschiedene Beschaffenheit. In manchen Köpfchen besteht derselbe zum grössten Theil aus Flüssigkeit, in welche unregelmässig geformte, feinkörnige und kurzfädige Massen, Streifen und Schichten von engmaschigen Netzen sowie einzelne Körner, Körnchen und Fäden eingelagert sind; in anderen Köpfchen dagegen wird der Binnenraum ganz oder zum grössten Theil von scharf gezeichneten, glänzenden Fadennetzen, von einem Reiserwerk oder von einem derberen Gerüst durchzogen (Fig. 46 und 47) dessen Maschen mitunter zum Theil von Netzlamellen und Netzschichten ausgefüllt werden. Körner fehlen ganz oder sind nur vereinzelt eingestreut und hängen mitunter durch kurze und feine, stielartig von ihnen abtretende Fäden mit Netzschichten in ihrer Umgebung zusammen.

An einzelnen der längeren Netzfäden wie an einzelnen der von der Körner- oder Körnchenschicht in der Umgebung des Kerns nach der Membran des Köpfchens ausstrahlenden Fäden sind ähnliche schlängelnde Bewegungen wahrzunehmen wie an den längeren, in den Haargliedern befindlichen Fäden.

Auf Zusatz von Essigsäure tritt in den Kernen zunächst nur das Korn (Kernkörperchen) deutlicher hervor, sehr bald aber bekommt der Kern, wenn er vorher homogen war, ein trübes, körniges Aussehen und wenn er granulirt war, wird die Granulirung derber, dunkler und deutlicher; ebenso trübt sich die den Körnerhaufen oder körnige Substanzschichten umschliessende Flüssigkeit. Gleichzeitig werden die Körner dunkler, ihre Kontouren unregelmässig, erhalten Einkerbungen und ihre homogene Substanz bekommt ein undeutlich körnig-kurzfädiges Aussehen. Da auch die hellen Spalträume zwischen den Körnern und zwischen diesen und dem Kern dunkel und körnig werden, so verschmelzen die Körner (und ebenso die Stäbchen) mit dem Kern wie mit dem übrigen vorher homogenen Inhalt des Köpfchens zu einer einzigen trüben, körnigen oder körnig-fädigen Masse. In Köpfchen deren Inneres ganz oder deren periphere, den Körnerhaufen einschliessende Zone von zahlreichen radiären Fäden durchsetzt oder von Netzschichten eingenommen wird, war es auf Essigsäurezusatz zu Einbiegungen einzelner Fäden und zur Schrumpfung einzelner Abschnitte des Fadengerüsts gekommen, dagegen war eine Trübung des Inhalts der Maschenräume nicht eingetreten.

Nach 24stündigem Einlegen von Blatt- und Blüthenstielen in durch Methylgrün gefärbten Spiritus hatten sich Körner, Netze und Gerüste in den Köpfchen wie das Plasma der Haarglieder schwach grün, die Kerne in den Köpfchen und in den Haargliedern mehr oder weniger dunkel grün gefärbt.

Da sich schon in eben angefertigten Präparaten Uebergangsformen fanden zwischen den nur einen Körnerhaufen mit Kern einschliessenden Köpfchen und denen, welche den Kern umschliessende Schichten granulirter Substanz oder Netze und Balkengerüste enthielten, ausserdem häufig vakuolisirte Körner zwischen den soliden wahrgenommen wurden, so lag die Vermuthung nahe, dass die granulirte Substanz wie Netze und Gerüste sich aus dem Material der Körner entwickelt haben möchten. Es wurden desshalb einzelne Köpfchen einer 1—3 Stunden lang fortgesetzten Beobachtung unterworfen. Als Zusatzflüssigkeit diente 1—2 proc. Zuckerlösung; in derselben bleibt die Plasmaströmung in den einfachen Haaren

1—2 Stunden, wenn auch allmählig sich verlangsamend, im Gange und ist in einzelnen Haaren auch nach 3 Stunden noch nicht erloschen, während in den Drüsenhaaren das Plasma meist nur in einer grösseren oder geringeren Zahl der basalen Glieder und ausserdem nur in einzelnen der Endglieder in fliessender Bewegung begriffen ist, die meist etwas früher als in den einfachen Haaren erlischt, während gleichzeitig sich das Plasma zu Strängen, Fäden und Netzen verdichtet. Sowohl bei Anwendung von 1 als von 2 procentiger Lösung war die Strömung mitunter nur in den einfachen Haaren und auch nur in einer beschränkten Anzahl derselben im Gange.

Die Veränderungen, welche an den Körnern im Verlaufe der Beobachtungsdauer wahrgenommen wurden, bestehen in einem Wechsel ihrer Form, Grösse und ihres Brechungsvermögens, der Bildung von Vakuolen, dem Auftreten von Abschnürungs- und Theilungsvorgängen in ihrem Zerfall zu kleinen Körnern oder zu Körnchen und kurzen und feinen Fäden und in ihrem Verschmelzen zu umfangreicheren, unregelmässig begrenzten Gebilden oder zu einer homogenen oder granulirten Masse aus der sich nach ihrer Vakuolisirung oder ohne dass eine solche eingetreten ist, Netze oder ein derbes Fadengerüst entwickeln können.

1) In manchen Köpfchen verändern einzelne Körner fortwährend oder mit zeitweisen Unterbrechungen ihre Form und häufig auch ihre Grösse, bald langsam und kaum merklich, bald rasch und in ziemlich auffälliger Weise. Ein bei Ausgang der Beobachtung rundes Korn kann eine ovale, längliche oder birnförmige Gestalt annehmen, es kann durch seichtere oder tiefere Einschnürungen ein semmel- oder biskuitförmiges Aussehen erhalten, nach Schwinden der Einschnürungen eine polygonale Form annehmen, um sich schliesslich, unter Zu- oder Abnahme seiner ursprünglichen Grösse, wieder zu einem runden, ovalen oder birnförmigen Körper umzubilden. Dabei verlängern sich häufig die Ecken der Körner zu kurzen, zackigen oder stielartigen Fortsätzen die beim Uebergang in andere Formen wieder schwinden oder es entwickeln sich buckelartige Vortreibungen sowie einzelne derbere Fortsätze deren Dicke und Länge während der Beobachtung zu oder abnimmt, die wieder mit dem Körper des Korns unter Veränderung der Form des letzteren verschmelzen oder allmählig verblassen und schwinden. In anderen Fällen nimmt dagegen das Korn mehr und mehr an Grösse ab, es verblasst und schwindet schliesslich, während der Fortsatz sich verdickt, ein stärkeres Brechungsvermögen erlangt, zu einem selbst-

ständigen Korn anwächst, oder unter Verkleinerung oder völligem Schwund einzelner Körner vergrössern sich benachbarte. Während ihrer Form- und Grössenveränderungen zeigen die Körner auch einen Wechsel in ihrem Brechungsvermögen und dem entsprechend bald verschwommene, bald wieder deutlich vortretende Kontouren. Manche Körner schwinden nicht unter allmähligem Verblassen oder unter allmähliger Abnahme ihrer Grösse, sondern zerfallen zu kleineren Körnern oder zu Körnchen und zu sehr kurzen und feinen Fäden. Es kommt aber ausserdem auch zur Neubildung von Körnern in von homogener Substanz eingenommenen Lücken, wobei die letztere zunächst ein trübes, blassgranulirtes Aussehen annimmt und sich dann zu einem umschriebenen Körper verdichtet. — Wie schon aus diesen Beobachtungen hervorgeht, sind die Körner keine stabilen Gebilde, sie können abgesehen vom blossen Wechsel ihrer Form sich theilweise oder ganz verflüssigen und unter Aufnahme plastischen Materials aus der die Lücken erfüllenden Flüssigkeit oder aus der Substanz verflüssigter Körner an Umfang mehr oder weniger beträchtlich zunehmen und ebenso können aus dem flüssigen Plasma sich neue Körner entwickeln.

Die verschiedenen Formen der Körner sind in Fig. 51—54 wiedergegeben, der während der Beobachtung sich vollziehende Formenwechsel in Fig. 52 *a—g* und *i—n*, in Fig. 53 *a—d* und in Fig. 54 *a—g*.

Ganz analogen Veränderungen wie die Körner unterliegen auch die stabförmigen Bildungen die in bald nur beschränkter, bald in grösserer Ausdehnung sich verschmälern oder verdicken, buckelförmige Vortreibungen oder stielartige Fortsätze entwickeln, partielle Ausbiegungen erhalten und mitunter ganz schwinden während an anderen Stellen sich neue entwickeln oder bereits vorhandene unter sich oder mit den Körnern verschmelzen.

2) Während des Ablaufs ihrer Form- und Grössenveränderungen oder auch ohne dass solche wahrnehmbar waren, bilden sich in den Körnern häufig eine oder mehrere kleine, helle, rundliche oder ovale, seltener spaltförmige Vakuolen, die meist ziemlich deutlich eine sie umschliessende, im Durchschnitt ringförmige Schicht verdichteter, stärker glänzender Kornsubstanz erkennen lassen, nicht selten confluiren und unter Aenderung ihrer Grösse, Form und mitunter auch ihrer Lage bald während einer Viertelstunde oder auch länger sichtbar bleiben, bald schon kurze Zeit nach ihrem Auftauchen wieder schwinden (Fig. 50, 51 *b*, 52 *e* und *f*, 53 *c*, 54 *c* 60 *a* und *b*). Ziemlich häufig verflüssigt sich aber der

ganze Inhalt des Korns und es bleibt nur die periphere Schicht desselben unverändert, bildet eine im Durchschnitt ringförmige Hülle des ersteren. Im Verlaufe $^1/_4$—1 Stunde sind es bald nur einzelne Körner, welche vakuolisirt werden, bald eine grössere Zahl. Sehr häufig tauchen in der Vakuolenflüssigkeit oscillirende Körnchen auf oder es entwickelt sich in derselben ein kleines, meist blasses, den grössten Theil der Vakuole einnehmendes Korn, das, wie die Körnchen, mitunter nach einiger Zeit wieder schwindet. Es kann aber auch, ganz wie in den Körnern der Krebsblutkörper, der gesammte Vakuoleninhalt wieder stärker brechend und dunkler werden, so dass unter Schwinden der optischen Verschiedenheiten zwischen Hülle und Inhalt wieder ein solides Korn entsteht.

3) Während einzelne Körner sich vakuolisiren, aber auch wenn es nicht zur Vakuolenbildung kommt, sieht man an manchen Körnern und Stäbchen Theilungsvorgänge ablaufen oder sieht sie zu umfangreicheren, unregelmässig gestalteten Körpern verschmelzen. Die Einschnürungen führen mitunter zur Abschnürung eines kleineren Korns oder zur Zweitheilung des Korns (Fig. 52 *g* und *h*) die rasch und unter Verblassen seiner Kontouren vor sich geht. Die Stäbchen trennen sich in 2 oder mehr Stücke die sich abrunden oder sich wieder strecken und von neuem mit einander verbinden, in anderen Fällen dagegen, wie die Körner, sich verkleinern, schwinden oder zu einzelnen Körnchen sondern. In Fig. 55—59 sind die Formveränderungen und Differenzirungen abgebildet, welche stäbchenförmige oder derbfaserige Gebilde während der Beobachtung erfahren haben. Das stäbchenförmige Gebilde in Fig. 55 *a* erhält in *b* eine kleine Ausbiegung, in *c* schnürt sich das ausgebogene Stück ab und sondert sich in *d* zu 2 Körnern die in *e* wieder mit einander und mit dem Stäbchen verschmolzen sind. Von der hakenförmigen Faser *a* Fig. 56 schnürt sich in ihrer Mitte ein rundes Korn ab, so dass die zwei Schenkel frei zurückbleiben. Die rechte Zinke des gabelförmigen Stäbchens *a* Fig. 57 schnürt sich in *b* zu einem Korn ab das in *c* mit der linken Zinke wieder zu einer gekrümmten Faser verschmolzen ist, während sich jetzt von der letzteren der Stiel der Gabel abgeschnürt und 2 stumpfe Fortsätze am oberen Ende vorgetrieben hat. In *d* ist der Stiel mit neu angebildeten Fasern verschmolzen und schliesst mit denselben eine 4eckige Masche ein. Die untere Faser in *a* Fig. 58 wandelt sich erst in ein 4eckiges, dann in ein birnförmiges Gebilde um, die

obere sondert sich zu einem unteren Korn und zu darüber liegenden Fäserchen die in *c* zu 2 runden Körnern verschmolzen sind; in *d* ist das untere Korn mit dem mittleren zu einem kurzen knotigen Strang verschmolzen. Der faserige, ein Korn einschliessende Ring in *a* Fig. 59 hat in *b* oben und unten weite Lücken erhalten, seine linke Hälfte hat sich in der Mitte eingezogen, die rechte Hälfte ebenfalls ihre Form verändert und sich oben zu einem Korn verdickt; bei *c* hat die Maschenwand wieder eine andere Form und Beschaffenheit erhalten, die linke Hälfte des Rings hat sich zu 2 rechtwinklig umgebogenen Fasern gesondert, während das Korn rechts sich vergrössert und die nach abwärts von ihm abgehende Faser sich abgeschnürt und in ein kleineres Korn umgewandelt hat; bei *d* ist von der ursprünglichen Anordnung der Theile gar nichts mehr zu erkennen, da das centrale Korn sich getheilt hat und aus den Stücken des ursprünglichen fasrigen Rings sich 2 derbere, in je einen Fortsatz auslaufende Körner entwickelt haben die ein bogenförmiges Faserstück mit knopfförmigen Enden zwischen sich fassen.

Häufig lässt sich das Verschmelzen der Körner und Stäbchen zu grösseren, im Durchschnitt plattenförmigen oder länglichen, wurstförmigen, homogenen oder blassgranulirten Körpern beobachten die eine glatte oder durch feine, abgehende Fäden unregelmässige Begrenzung besitzen, auch häufig mit derberen, zackigen Vorsprüngen und Fortsätzen zwischen die Körner der Umgebung ausgreifen. Innerhalb dieser Körper sind Anfangs häufig noch die Grenzen der einzelnen, noch nicht völlig verschmolzenen Körner, wenn auch undeutlich, wahrzunehmen, während später aus der ganz gleichartig aussehenden Substanz sich von neuem Körner von anderer Form und Grösse aber von demselben Aussehen wie die vorher vorhandenen differenziren. Die weiteren Veränderungen sind den an einzelnen Körnern zu beobachtenden ganz analog. Die Körper verändern ihre Form treiben buckelförmige Prominenzen, strangförmige oder fädige Fortsätze vor, vergrössern sich unter Verschmelzen mit benachbarten Körnern oder nehmen an Umfang ab, theilen sich oder es schnüren sich kleine Portionen von ihnen ab die sich wieder, unter Zunahme ihres Brechungsvermögens, zu Körnern umgestalten können. Sehr häufig entwickeln sich, wie in den Körnern, Vakuolen, die ihre Stelle wechseln, mit einander verschmelzen und die Grösse eines Korns erreichen oder noch übertreffen, häufig auch Körnchen oder ein blasses Korn einschliessen (Fig. 51 *c*).

4) Bildung von Fadennetzen und von Gerüsten aus vakuolisirten Körnern wie aus der Substanz verschmolzener Körner.

In Köpfchen deren Körner zum grösseren Theil schon vakuolisirt waren oder sich erst während der Beobachtung vakuolisirt haben, können die Vakuolen geraume Zeit, 1—2 Stunden fortbestehen, ohne dass weitere Veränderungen eintreten, als dass einzelne Vakuolen schwinden oder sich neue entwickeln, während die blass granulirte Substanz zwischen den Vakuolen sich zu einzelnen zackigen Knoten und zu Strängen verdichtet deren Form und Brechungsvermögen sich im Verlaufe der Beobachtung ändert. Andere Male schwinden die Vakuolen allmählig unter Hinterlassung fein und gleichmässig granulirter Substanz, ziemlich häufig kommt es dagegen zu weiteren Umbildungen der aus Differenzirung ihrer Anfangs bläschenförmigen Hülle hervorgegangenen Theile. Die letztere erscheint zunächst nicht mehr in Form eines geschlossenen fädigen Rings, sondern zeigt Anfangs vereinzelte, dann zahlreichere und zum Theil weitere Lücken, sondert sich zu einzelnen Körnchen und zu Fadenstücken die sich zum Theil verdicken, mit denen der Wandung benachbarter Vakuolen verschmelzen und sich bald zur Bildung von eng- oder weitmaschigen Netzen, bald zur Bildung von derberen Fäden, Strängen und strahligen Knoten verbinden, welche vielfach anastomosiren und damit ein den Binnenraum des Köpfchens in grösserer oder geringerer Ausdehnung durchsetzendes Gerüst darstellen. Nach ihrer Bildung verändern Fäden, Stränge und Knoten häufig allmählig ihre Form und nehmen noch an Stärke zu. In anderen Köpfchen verschmelzen die Körner zunächst untereinander und mit den aus verschmolzenen Körnern bereits gebildeten Körpern zu einer homogenen oder mattgranulirten Masse aus der sich Netze, derbere Fäden, Knoten und Stränge entweder direkt differenziren oder es entwickeln sich zunächst in zunehmender Zahl Vakuolen, von denen die grösseren den doppelten 4fachen Durchmesser eines Kerns erreichen und unter Differenzirung der Vakuolenwandung kommt es nachträglich zur Bildung von Netzen oder von einem Gerüste. Die Bildung der Vakuolen geht mitunter so rasch vor sich, dass in wenigen Minuten der ganze Binnenraum des Köpfchens von denselben durchsetzt ist. Die Fäden von Netzschichten verschmelzen mitunter wieder untereinander und mit der Zwischensubstanz zu homogener oder zu fein und blass gra-

nulirter Substanz aus der sich später von Neuem Netze entwickeln können.

In Fig. 61 *b*—*d* sind die successiven Veränderungen des verzweigten, eine Vakuole einschliessenden Körpers *a* abgebildet. Seine Substanz hat sich in *b* zu zierlichen Netzen mit einzelnen weiteren Maschen differenzirt, die in *c* unter Hinterlassung von ein Paar Vakuolen und unter Veränderung der Form des Körpers wieder geschwunden sind. In *d* hat seine Masse durch Verschmelzen mit benachbarten Körnern sehr beträchtlich zugenommen und quer durch seine Mitte erstreckt sich eine neugebildete, nach den Rändern hin an Mächtigkeit zunehmende, in der Mitte von 2 Vakuolen eingefasste, neugebildete Netzschicht, deren Maschen gleichmässig weit und enger sind als in *b*.

Die Körner wie die aus ihrer Verschmelzung hervorgegangenen Körper sind nach den mitgetheilten Beobachtungen nicht nur befähigt ihre Form zu ändern, Fortsätze vorzutreiben und sich zu theilen während gleichzeitig häufig ein Wechsel in ihrem Brechungsvermögen nachweisbar ist, sondern können sich mit oder ohne Vakuolenbildung verflüssigen, zu kleineren Körnern und zu Körnchen zerfallen, während daneben häufig aus flüssigem oder fein granulirtem Plasma sich neue Körner oder diese und Stränge entwickeln. In manchen Köpfchen beschränken sich die Veränderungen auf diese Vorgänge, in anderen entwickeln sich Fadennetze von wechselnder Maschenweite, Fäden, Knoten und Gerüste aus der Substanz verschmolzener Körner oder aus der Hülle von Vakuolen, nachdem dieselbe sich zunächst zu körnigen und fädigen Theilen gesondert hat. Da nun schon im eben angefertigten Präparat sich sehr häufig neben Köpfchen mit ganz unveränderten Körnern oder ausschliesslich, Köpfchen finden deren Inneres eine ganz ähnliche Beschaffenheit zeigt wie das von Köpfchen deren Körner sich erst während der Beobachtung in der bezeichneten Weise verändert haben, so ist jedenfalls die Vermuthung sehr gerechtfertigt, dass diese Verschiedenheiten in den Befunden von frischen Präparaten zurückzuführen sind auf Vorgänge die sich in den Köpfchen vor Anfertigung des Präparats entwickelt hatten und den auf dem Objektträger beobachteten wenigstens analog sind.

Sowohl Köpfchen mit unveränderten Körnern als solche mit vakuolisirtem, feinkörnigem oder zu Fäden, Netzen und Gerüsten umgebildeten Inhalt, nehmen mitunter bleibend ein trübes, dunkles

Aussehen an, was wahrscheinlich auf den Eintritt des Absterbens des Zellinhalts zu beziehen ist.

Der Eintritt der bezeichneten Veränderungen des Köpfcheninhalts hängt von Bedingungen ab über welche sich Anhaltepunkte nicht gewinnen lassen. In einer Reihe von Schnitten deren Köpfchen mit wenigen Ausnahmen dicht von Körnern erfüllt waren, hatten dieselben im Verlaufe von 2—3 Stunden sich nicht in einem einzigen Köpfchen verändert. In anderen Schnitten hatte sich nur der Inhalt vereinzelter Köpfchen und wieder in anderen der Inhalt sämmtlicher Köpfchen umgebildet. Die Plasmaströmung in den Haargliedern bestand dabei bald fort, bald war dieselbe erloschen. Köpfchen mit bereits verändertem Inhalt wie solche deren Körner während der Beobachtung sich veränderten fanden sich häufiger an Drüsenhaaren von den Stielen der Blüthenknospen und Blüthen als an denen der Btattstiele. Köpfchen mit unveränderten Körnern fehlen häufig an den Schnitten von Stielen der Blüthen und Blüthenknospen ganz. In den Köpfchen der Haare von den Stielen welkender Blüthen findet sich vorwiegend homogenes oder blass granulirtes, häufig von Vakuolen durchsetztes Plasma mit Resten etwas derber körniger, den Kern umgebender Substanz, es scheinen hier die geformten Theile sich dauernd verflüssigt zu haben; dagegen machen es die überaus wechselnden Befunde von den Köpfchen der Haare an den Stielen der Blüthenknospen wahrscheinlich, dass unter dem Einfluss der in den Zellen thätigen Kräfte der Köpfcheninhalt während der Entwickelung der Blüthen sich nicht dauernd ändert, sondern dass sowohl geformte Theile sich verflüssigen als von Neuem sich bilden und kürzere oder längere Zeit persistiren.

Während der Umbildungen des Köpfcheninhalts behält die Mehrzahl der Kerne ihr blasses, homogenes oder zart und fein granulirtes Aussehen oder die Granulirung wurde nur eine deutlichere und dunklere. In manchen Kernen kommt es dagegen zur Bildung von Vakuolen oder auch zur Bildung granulirter, hie und da anastomosirender Stränge, die sich mitunter mit ähnlichen in der Umgebung des Kerns verbinden oder zu einzelnen undeutlich kontourirten derberen blassen Körnchen sondern.

Bei aller sonstigen Verschiedenheit der Objekte besteht doch insofern eine Aehnlichkeit im Verhalten zwischen den Körnern der Krebsblutkörper und denen in den Köpfchen der Drüsenhaare von P. als in den ersteren wie in den letzteren die Körner die Fähigkeit besitzen ihre Form zu ändern, sich zu theilen, mit einander

zu verschmelzen, sich mit oder ohne Vakuolenbildung zu verflüssigen, zu kleineren Körnern wie zu Körnchen zu zerfallen.

Bei dem Wechsel in der Beschaffenheit des Inhalts der Köpfchen, der Verflüssigung geformter Theile und der Bildung neuer die selber weitere Veränderungen eingehen können, ist von vorneherein die Annahme, dass es sich um einfache Quellungserscheinungen in Folge der Aufnahme wässriger Flüssigkeit handele, ausgeschlossen; ausserdem sind es sehr häufig nur einzelne Köpfchen deren Inhalt sich verändert, während er in einer grossen Anzahl Köpfchen von demselben Schnitt ganz unverändert bleibt, auch dann wenn als Zusatzflüssigkeit statt der Zuckerlösung Brunnenwasser benutzt worden ist. Dagegen kann natürlich die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit nicht ausgeschlossen werden, dass die veränderten Bedingungen unter welchen die Drüsenhaare sich befinden von Einfluss auf den Eintritt wie auf die Art und Schnelligkeit des Ablaufs der betreffenden Vorgänge sind.

Ganz ähnliche Veränderungen wie bei Anwendung einer 1—2proc. Zuckerlösung als Zusatzflüssigkeit lassen sich im Köpfcheninhalt auch dann wahrnehmen, wenn man die Schnitte in Fett (Wachssalbe) einbettet, indessen erhält unter diesen Umständen ein Theil der Zellen früher ein dunkles, trübes Aussehen als bei Anwendung der Zuckerlösung. Ist die Fettschicht nicht zu dick aufgestrichen, so können in den Köpfchen und den Haargliedern, wenn dieselben nicht von einer Luftschicht umschlossen sind, alle Einzelnheiten mit genügender Deutlichkeit wahrgenommen werden. Man überzeugt sich dann, dass der Köpfcheninhalt denselben Wechsel bezüglich seiner Beschaffenheit darbietet wie bei Anwendung der Zuckerlösung und dass er auch im Verlaufe von 1—2 Stunden den gleichen Veränderungen unterliegt. Auch hier sind es nur einzelne Köpfchen in welchen die letzteren sich entwickeln, während in anderen nach einiger Zeit die Körner und der übrige Köpfeheninhalt sich trüben ohne sich vorher erheblich verändert zu haben. — In den Endgliedern der Haare löst sich im Verlaufe einer Stunde das Plasma von der Wand ab, nachdem dasselbe eine granulirte Beschaffenheit erlangt hat und es tritt mit zunehmend deutlicher werdender Granulirung ein Kern vor, wenn von demselben vorher nichts zu sehen war. Die Plasmaströmung war schon unmittelbar nach Anfertigen des Präparats nur in ganz vereinzelten Gliedern noch im Gange um auch in ihnen bald zu erlöschen.

Leitet man inducirte Ströme bei einem Rollenabstand von 50—60 Mm. durch das Präparat so treten in manchen Köpfchen Veränderungen ein die den spontan entstehenden gleichen, sich aber viel rascher als die letzteren entwickeln.

1) In Köpfchen welche Körner, stäbchenförmige Gebilde oder daneben noch feinkörnige Substanz enthalten, sieht man mitunter schon nach 2—5 Sekunden langem, andere Male nach 10 Sekunden langem Einleiten der Ströme die Körner und Stäbchen sämmtlich oder theilweise miteinander zu einer homogenen oder blass und fein granulirten Masse verschmelzen. In derselben wie in von Anfang an vorhandener granulirter Substanz entwickeln sich einzelne Vakuolen, deren Zahl mitunter im Verlaufe der Beobachtung noch zunimmt, während aus der nicht vakuolisirten Substanz sich distinkte Körnchen und Fäden, knotige Bildungen, derbere, zum Theil verzweigte und anastomosirende Stränge oder Netze entwickeln. Die Vakuolenwand bleibt unverändert oder differenzirt sich allmählig zu denselben Bildungen wie die blass granulirte Substanz, so dass dann der Köpfcheninhalt ein schwammartig durchbrochenes Aussehen erhält. Diese Vorgänge laufen häufig innerhalb weniger Minuten ab, indessen ist mit ihrem Zustandekommen die Reihe der Veränderungen noch nicht abgeschlossen. Behält man einzelne Stränge oder Schichten netzförmiger oder körng-fädiger Substanz im Auge so sieht man dieselben unter Verkleinerung und Schwinden der Maschen und Interstitien sich im Verlaufe von 10—15 Minuten in derbe, solide, matt oder stärker glänzende Fasern, Balken oder in im Durchschnitt plattenförmige Gebilde umwandeln die häufig mit knotigen oder körnigen Auftreibungen besetzt sind.

Mitunter verschmelzen die Körner und Stäbchen nicht rasch nach Einleiten der Ströme miteinander sondern erfahren zunächst ähnliche Aenderungen ihrer Form, Grösse und Beschaffenheit, wie sie sich auch spontan, wenn auch träger entwickeln. Auffallend ist namentlich die Raschheit mit welcher sich mitunter die Formveränderungen, Abschnürungs- und Theilungsvorgänge vollziehen welche letztere so plötzlich und unvermuthet eintreten können, dass man nur die feine Trennungsspalte aber nicht ihre Entstehung wahrnimmt und das Korn wie entzwei gebrochen aussieht. Die weiteren Veränderungen des Köpfcheninhalts sind dann den eben angeführten entsprechend.

In manchen Köpfchen kommt es wohl rasch nach Einwirkung der Ströme zum Verschmelzen einer Anzahl Körner, zur Bildung

einer Anzahl Vakuolen in der aus verschmolzenen Körnern gebildeten Substanz, zum Schwund einzelner Körner während andere ein körniges Aussehen bekommen, es bleiben aber weitere Veränderungen aus.

In zahlreichen Köpfchen bleiben die Körner ganz unverändert auch wenn die Ströme bis 30 Sekunden lang oder noch länger eingewirkt hatten und mitunter hat sich von den Köpfchen mehrerer, gleichzeitig der Einwirkung derselben ausgesetzter Schnitte nicht ein einziges verändert, während andere Male ausser dem gerade als Beobachtungsobject dienende Köpfchen sich gleichzeitig auch der Inhalt anderer Köpfchen von Haaren des gleichen Schnitts in derselben Weise umgebildet hat. Das verschiedene Verhalten der Körner kann demnach nur von Verschiedenheiten in ihrer Beschaffenheit abhängig sein.

Wie nach spontanem Eintritt der Umbildungen so erhält der Köpfcheninhalt auch wenn dieselben sich unter dem Einfluss der Ströme entwickelt haben früher oder später ein trübes, dunkles Aussehen.

2) Köpfchen, welche feinkörnige, von mehr oder weniger zahlreichen Vakuolen durchsetzte Substanz enthalten verändern sich mitunter wenig oder gar nicht nach kürzerem oder nach bis 30 Sekunden lang fortgesetztem Einleiten der Ströme, andere Male treten schon nach kurzer Dauer derselben in der fein granulirten Substanz erst Körnchen deutlicher hervor die dann zur Bildung von körnigen, verzweigten, zum Theil anastomosirenden und mitunter sich allmählig verdickenden Knoten, Fäden und Strängen verschmelzen die sich zur Bildung eines Gerüstes oder von Netzen verbinden können. Eine Differenzirung der Vakuolenwand wurde nicht beobachtet.

3) Der Kern wird unter dem Einfluss der Ströme deutlicher und dunkler granulirt, sein Korn körnig, er erhält in grösserer oder geringerer Ausdehnung eine Hülle, wenn eine solche nicht bereits vorhanden war und erscheint von den Körnern oder der körnigen Substanz in seiner Umgebung jetzt deutlicher durch schmale Spalträume getrennt, welche hie und da von feinen Fäden durchsetzt werden die von der Kernperipherie abtreten. Während im übrigen Köpfcheninhalt körnige Stränge und Schichten körnig-fädiger oder netzförmiger Substanz homogen werden, nimmt mitunter auch der Kern mehr und mehr ein homogenes, glänzendes Aussehen an, er ändert seine Form, erhält bauchige Vorsprünge oder zackige, in die Umgebung ausgreifende Fortsätze.

Sobald der Köpfcheninhalt sich getrübt hat ist er überhaupt nicht mehr zu unterscheiden.

Wie an den übrigen auf ihr Verhalten gegen die Ströme geprüften Objekten, so sind auch die Veränderungen welche der Köpfcheninhalt erfährt, qualitativ nicht wesentlich von denen unterschieden, welche sich spontan entwickeln; nur das Homogenwerden des Kerns unter Aenderung seiner Form wurde spontan nicht beobachtet und ausserdem hatten die homogenen Körper in welche sich mitunter Schichten körniger Substanz, Netzschichten und körnige Knoten und Stränge umwandeln, einen stärkeren Glanz als wenn sie spontan entstanden waren und veränderten sich nicht weiter. Charakteristisch für die Wirkung der Ströme ist somit nur der Umstand, dass in Köpfchen, deren Inhalt überhaupt zu Veränderungen befähigt ist, dieselben rasch eintreten und sich auch meist rasch bis zur Bildung von Netzen und Gerüsten weiter entwickeln.

Das Plasma der Endglieder der Drüsenhaare erhält unter dem Einfluss der Ströme eine zunehmend deutlicher vortretende Granulirung und in dem Anfangs nicht oder nur undeutlich abzugrenzenden blassen, homogenen Kern treten Körnchen auf, die allmählig deutlicher und dunkler werden, er erhält eine Hülle und zieht sich nachträglich, unter Aenderung seiner Form, etwas zusammen. Wenn dagegen die Glieder dicht gestellte blasse, undeutlich kontourirte Fäden und Stränge enthalten schwinden diese zunächst, das Plasma wird, mitunter unter Vakuolenbildung, homogen und erst dann tritt eine Granulirung des Zellinhalts ein. Die Anfangs feinen und blassen Körnchen des letzteren verschmelzen dann zu derberen, etwas glänzenden, häufig anastomosirenden Fäden und Knötchen, während gleichzeitig das Innere der Zelle sich aufhellt. Die Wandschicht des Plasma verdichtet sich zu einer theils körnigen, theils glatten Hülle von wechselnder Stärke die sich meist schon im Verlaufe von 5—10 Minuten von der Wand zurückzieht. Dass es auch beim Körnigwerden des Inhalts der Haarglieder sich nicht um eine blosse Gerinnung oder Verdichtung des plastischen Materials des Zellinhalts handelt, geht daraus hervor, dass in Gliedern mit blassen Fäden und Strängen sich diese erst zu homogenem Plasma verflüssigen und erst dann aus demselben sich Körnchen, Knoten und Fäden differenziren.

XVI. Spontan und nach Einleiten inducirter Ströme eintretende Veränderungen des Inhalts der Epithelzellen von den Kronenblättern der Blüthe von Coreopsis bicolor.

Die in den Papillen der Epithelzellen von den Kronenblättern der genannten Pflanze spontan und nach Einwirkung inducirter Ströme eintretenden Veränderungen sind zum Theil einzelnen der in den Köpfchen der Drüsenhaare von Pelargonium beobachteten ähnlich, aber noch überraschender durch ihren mitunter ausserordentlich raschen Ablauf. Als Zusatzflüssigkeit diente 1—2 proc. Zuckerlösung oder Quittenschleim.

Der Inhalt der Papillen im Bereiche der gelb gefärbten Abschnitte der Kronenblätter zeigt eine sehr wechselnde Beschaffenheit; die Papillen mancher Kronenblätter enthalten nur vollkommen homogene gelbe Flüssigkeit ohne alle geformten Bestandtheile und es treten solche auch bei fortgesetzter Beobachtung nicht auf, während man dieselben in Papillen von anderen Blättern derselben Blüthe oder in den Papillen der Blätter von anderen Blüthen sehr häufig, mitunter in der Mehrzahl der Papillen antrifft. Nach Grösse, Form und Färbung zeigen die Inhaltskörper eine wechselnde Beschaffenheit.

Es finden sich Papillen mit einem Inhalt von blassgelben, runden oder ovalen, seltener spindelförmigen Körnern die durchschnittlich die Grösse der Körner der Krebsblutkörper besitzen oder um das doppelte bis 3fache grösser sind und bald nur vereinzelt vorkommen, bald das ganze Innere der Papille ausfüllen. Daneben sind häufig kleinere Körner und Körnchen in wechselnder Menge vorhanden. Die meisten Körner sind homogen und matt glänzend, bei einzelnen sehr blassen ist das Brechungsvermögen nur sehr wenig stärker als das des flüssigen Zellinhalts; manche besitzen eine etwas stärker brechende Peripherie, andere schliessen eine Vakuole oder ein Paar Vakuolen ein. Hie und da finden sich in den Papillen sichelförmige Körper die aus vakuolisirten hervorgegangen zu sein scheinen, nachdem die Hülle sich zum Theil verflüssigt und sammt dem Vakuoleninhalt mit dem flüssigen Zellinhalt vermischt hat. Körner und Körnchen sind sehr häufig in oscillirender Bewegung begriffen. Nur selten und vereinzelt finden sich neben denselben noch feine blasse oder etwas derbere Fäden.

Andere Papillen enthalten neben Körnchen und den blassgelben Körnern aber auch beim Fehlen derselben vereinzelt oder zu mehreren umfangreichere und dunkler safrangelb oder bräunlich gefärbte, stärker glänzende, runde, ovale oder unregelmässig gestaltete Körper, die ebenfalls zum Theil homogen sind, zum Theil kleinere oder grössere Vakuolen einschliessen.

Spontan eintretende Veränderungen wurden an den blassgelben Körnern in manchen Zellen auch bei $^1|_4$ Stunde und länger fortgesetzter Beobachtung nicht wahrgenommen. In anderen Zellen wurde das Auftreten ziemlich lebhafter Bewegungen der Körner beobachtet, indem wechselnde Theile ihres Umfangs sich vorwölbten und wieder abflachten, ferner das Verschmelzen von Körnern und ziemlich häufig ein allmähliger Schwund derselben, indem sie, ohne ihr homogenes Aussehen zu verlieren oder nachdem sie eine blasskörnige Beschaffenheit erlangt haben, sich mehr und mehr verkleinern und ganz schwinden oder nur ein Paar feine Körnchen zurücklassen. Andere Male schwinden die Körner rasch aber nicht gleichzeitig und häufig nachdem zuvor benachbarte mit einander verschmolzen sind. Man sieht dann in Zellen die ziemlich dicht von Körnern erfüllt sind, wie ein Korn nach dem andern mit einem Ruck, plötzlich, und ohne Hinterlassung eines geformten Rückstandes schwindet, so dass nach Verlauf von ein Paar Minuten der Zellinhalt vollkommen homogen ist.

Ein ähnlicher Wechsel in der Beschaffenheit des Zellinhalts bezüglich der Bildung und Rückbildung geformter Theile, wie in den Köpfchen der Drüsenhaare von Pelargonium wurde nicht wahrgenommen, und da sich auch nicht feststellen liess, in wie weit durch Druck und die angewendete Zusatzflüssigkeit Veränderungen des Zellinhalts hervorgerufen werden, lässt sich über die Deutung der beobachteten Vorgänge nichts Bestimmtes aussagen.

In den meisten der grösseren, dunkler gefärbten Körper wurden spontan eintretende Veränderungen nicht beobachtet, in einzelnen schwanden vorhandene Vakuolen im Laufe von ein Paar Minuten oder ihre Substanz erhielt unter Aenderung der Form des Körpers eine feinkörnig-fädige Beschaffenheit. Formveränderungen traten aber auch ein, ohne dass der Körper seine homogene Beschaffenheit verloren hätte.

Auf Einleiten inducirter Ströme blieben die blassgelben Körner in manchen Zellen sämmtlich oder zum Theil

unverändert, während andere ein fein granulirtes Aussehen erhielten oder in ihnen sich eine Vakuole entwickelte, deren Wandung sich nachträglich zu einzelnen Körnchen sonderte. Manche Körner schwanden rasch und vollständig und ohne dass sie vorher vakuolisirt oder körnig geworden wären. Obschon die Ströme erst eingeleitet wurden nachdem für einige Minuten oder im Laufe einer Viertelstunde die Körner sich nicht verändert hatten, so kann doch der Eintritt der ihrem Einleiten folgenden Veränderungen nicht mit Sicherheit auf ihre Einwirkung bezogen werden, da ganz entsprechende und ebenso schnell sich entwickelnde Veränderungen auch spontan entstehen können. Die dunkler gefärbten Körner veränderten unter Einwirkung der Ströme zum Theil ihre Form, während aus ihrer homogenen Substanz sich feinere und derbere Körnchen und einzelne feine kurze Fäden differenzirten, so dass sie ein schwammartiges Gefüge erhielten. Mitunter bildeten sich auch einzelne scharf umschriebene Vakuolen.

Der flüssige Inhalt der Zellen bleibt sowohl in den körnerhaltigen als in den körnerfreien mitunter nach Einwirkung der Ströme ganz unverändert. Häufig scheiden sich dagegen in zunehmender Menge feine und blasse Körnchen aus, die zu grösseren und zur Bildung homogener oder granulirter Körper verschmelzen, welche ganz das Aussehen der in einem Theil der Zellen schon von Anfang an vorhandenen haben, zum Theil vakuolisirt werden und wie die neben ihnen noch vorhandenen Körnchen sich in lebhafter oscillatorischer Bewegung befinden die nach einigen Minuten erlischt. Im Laufe von 10 Minuten bis $^1|_2$ Stunde verkleinern sich allmählig die entstandenen Körner bis auf die Hälfte oder den dritten Theil ihres früheren Durchmessers oder bis auf feine Körnchen und schwinden mitunter vollständig, so dass das Zellinnere dann nur eine sehr blasse und feine, schwer erkennbare Granulirung darbietet. Einzelne der entstandenen Körner schwinden dagegen, nachdem sie $^1|_2$—1 Minute ganz unverändert geblieben, ganz plötzlich, wie mit einem Ruck, gerade so wie die von Anfang an vorhandenen, nicht unter dem Einfluss der Ströme entstandenen Körner.

XVII. Ueber Struktur der Epidermis- und Mesophyllzellen von Sanseviera carnea und über das Verhalten derselben zu physikalischen und chemischen Agentien.

Die Veranlassung zu einer genaueren Untersuchung der Strukturverhältnisse der Epidermiszellen und der Zellen des Mesophyll's der genannten Pflanze, ihrer wahrnehmbaren Lebenserscheinungen und ihres Verhaltens gegen chemische und physikalische Agentien gaben die auffälligen Veränderungen, welche geformte Theile des Zellkörpers und ein Theil der Kerne und der Chlorophyllkörper gegen die Einwirkung elektrischer Ströme darbieten. Rücksichtlich der Strukturverhältnisse der Zellen lieferten die gemachten Beobachtungen in allen Punkten eine Bestätigung der von mir früher über Plasmastrukturen wie über die Struktur der Kerne und der Chlorophyllkörper gemachten Angaben. Die Wahrnehmung der betreffenden Strukturverhältnisse erfordert auch nicht immer die Anwendung sehr starker Vergrösserungen, schon bei Anwendung einer nur 500fachen Vergrösserung lassen sich Beobachtungen machen, die mit Bestimmtheit auf das Bestehen besonderer Strukturverhältnisse hinweisen, wie dieselben auch an thierischen Zellen von mir zunächst ohne Anwendung einer stärkeren Vergrösserung nachgewiesen wurden. Unter den Kernen mit derberem, glänzenden Stroma finden sich, namentlich in den Epidermiszellen, ziemlich häufig solche deren Fäden und Knotenpunkte so derb und deren Maschen so weit sind, dass die Wahrnehmung der Netzstruktur sofort in die Augen fallen muss und ebenso kann man an vielen Kernen sich leicht und mit voller Bestimmtheit überzeugen, dass eine besondere, membranöse Kernhülle ganz fehlt, dass vielmehr die Kontourlinien nur durch Netzfäden gebildet werden die bei der Durchschnittsansicht des Kerns bald als geschlossener fädiger Ring vortreten, bald nicht.

Als Untersuchungsflüssigkeit diente 1 procentige Zuckerlösung, in welcher die Schnitte Stunden lang unverändert bleiben und die Fähigkeit behalten, sich unter dem Einfluss inducirter Ströme in bestimmter Weise zu verändern.

Nach Beschaffenheit der Kerne, der Chlorophyllkörper und der geformten Theile des Plasma zeigen die Zellen sehr beträchtliche Verschiedenheiten.

Unter den Kernen lassen sich nach Brechungsvermögen,

Anordnung und Stärke ihrer Stromatheile 2 Hauptformen unterscheiden.

Es finden sich 1) Kerne mit sehr blassem, zarten Stroma die entweder nur blasse, gleichmässig dicht gestellte Körnchen von wenig wechselnder Feinheit oder neben denselben noch blasse, engmaschige Netze enthalten, deren Fäden und Knotenpunkte meist gleichmässig fein und deren Maschen meist gleichmässig eng sind. In manchen Kernen sind dagegen die Netze durch etwas grössere Dicke und Deutlichkeit ihrer Fäden und Knotenpunkte, einzelne Maschen durch grössere Weite ausgezeichnet; das körnige Aussehen tritt viel ausgesprochener in Kernen hervor, welche nur Körnchen enthalten als in Kernen oder Kernabschnitten wo die Körnchen nur die Knotenpunkte für die feinen und sehr kurzen Netzfäden bilden. Nur vereinzelt und nicht in allen Kernen finden sich längere, blasse und feine, das Kerninnere nach verschiedenen Richtungen durchziehende Fäden. Ein blasses, homogenes Kernkörperchen ist bald vorhanden, bald nicht. Neben runden oder ovalen Kernen kommen sehr häufig bauchig oder gestreckt spindelförmige, der Zellmembran meist ziemlich dicht anliegende vor und in den Zellen des Mesophylls erstrecken sich mitunter zapfen- oder kegelförmige Fortsätze des Kerns zwischen die ihn umgebenden Chlorophyllkörper. Dieselben zeigen auch nach Umwandlung des Kerninnern durch inducirte Ströme oder durch Säuren die gleiche Beschaffenheit wie der übrige Inhalt des Kerns und sind nicht zu verwechseln mit zipfelförmigen, dem Zellplasma zugehörigen und aus blassen Fäden bestehenden Anhängen des Kerns die wegen ihres ähnlichen Brechungsvermögens leicht als dem letzteren zugehörig angesehen werden können. Dagegen sondert sich der Kern von ihnen auf Säurezusatz wie bei Einleiten inducirter Ströme theils durch Bildung eines scharfen Kontours, theils durch die derbere Beschaffenheit und die andere Anordnung, welche die Theile seines Stromas unter diesen Verhältnissen erlangen. Von benachbarten Chlorophyllkörpern werden die Kerne durch schmale Spalten getrennt, in welche einzelne Körnchen oder kurze und feine Fäden prominiren, während andere Fäden die Spalten durchsetzen und Chlorophyllkörper und Kerne mit einander verbinden.

2) Kerne mit glänzendem, scharf gezeichneten und zum Theil derben Stroma.

Dieselben sind meist kleiner als die vorigen und besitzen sehr wechselnde Formen. Zum grossen Theil sind sie rund, oval

oder an beiden Polen zugespitzt, während andere theils bogenförmig theils geradlinig verlaufende, häufig auch unterbrochene Kontouren und mitunter eckige Vorsprünge besitzen. Einzelne Kerne, namentlich kleinere Formen, schliessen nur sehr feine und dicht gestellte, aber scharf vortretende Körnchen ein und auch ein Theil der grösseren Kerne enthält vorwiegend Körnchen und unregelmässig gestaltete, häufig mit zackigen Fortsätzen versehene Knötchen und Knoten aber nur in verhältnissmässig geringer Anzahl dieselben verbindende Fäden, während die letzteren in anderen Kernen in grösserer Zahl auftreten, geradlinig, bogenförmig oder im Zickzack verlaufen, kürzere und feinere zum Theil wieder gespaltene Reiser abtreten lassen, ohne sich aber zur Bildung geschlossener Netze zu verbinden. In zahlreichen Kernen treten dagegen die letzteren mit ausserordentlicher Deutlichkeit und Schärfe hervor und zeigen eine grosse Mannigfaltigkeit nach Form und Weite ihrer Maschen wie nach Stärke der die Maschen einschliessenden Septa und ihrer Knotenpunkte. In manchen Kernen sind die Septa gleichmässig fein, die Maschen gleichmässig weit, in anderen sind in die Netze einzelne derbere Knotenpunkte und derbere, stärker glänzende fädige Stränge eingelassen die untereinander zum Theil zusammenhängend bald das Kerninnere nach verschiedenen Richtungen durchziehen, bald annähernd parallel von Pol zu Pol oder senkrecht zur Längsaxe von einer Seite zur anderen ziehen. Im letzteren Fall durchqueren sie mitunter nicht blos das Kerninnere sondern umspannen auch die Kernoberfläche, so dass dieselbe dann ein quergeripptes Aussehen erhält. In einzelnen Kernen sind die Maschen so weit, dass ihr Durchmesser den eines Kernkörperchens erreicht oder noch um das Doppelte — Dreifache übertrifft und da auch die Septa dann relativ sehr derb und stark glänzend sind, kann die Netzstruktur schon bei Anwendung einer 500fachen Vergrösserung deutlich erkannt werden. Die weiten Maschen sind theils leer, theils enthalten sie feine Körnchen oder feine mit ihren Septen zusammenhängende Fäden die sich untereinander wieder zu sehr engmaschigen Netzen verbinden können. Ein Kernkörperchen ist nicht immer vorhanden, wo es sich findet liegt es als rundes oder unregelmässig gestaltetes Korn meist in einer grösseren Lichtung des Kerninnern.

Entsprechend der bald körnigen bald netzförmigen Beschaffenheit des Innern der blassen Kerne ist auch ihre Begrenzung theils eine körnige, theils eine fädige und sind im letzteren Fall die

feinen und blassen Kontourfäden hie und da durch Lücken unterbrochen. An manchen Kernen sind die fädigen Kontouren durch etwas grössere Derbheit ausgezeichnet und es scheint hier innerhalb der Oberflächennetze zu Verdickungen, möglicherweise auch zu Verschmelzungen der Septen von ganzen Netzabschnitten gekommen zu sein oder es haben sich nur zusammenhängende Bruchstücke der Septen zu derberen Fäden verdickt die zufällig in der Einstellungsebene verlaufen.

Die glänzenden Kerne mit derbem Stroma besitzen ebenfalls häufig keine besondere Hülle, das Oberflächennetz besitzt denselben Charakter wie die Netze des Kerninnern und gestattet, wenn seine Maschen weit genug sind, einen Einblick in das Kerninnere. Andere Male sind die Netze, oder, wenn diese fehlen, Körnchen und Fäden, knotige und strangförmige Bildungen in der Kernperipherie dichter gestellt als im Kerninnern und bilden eine besondere Kernhülle die mit den Theilen des Stromas Verbindungen in wechselnder Zahl eingeht. Sowohl beim Vorhandensein als beim Fehlen einer Kernhülle treten in der Kernperipherie in wechselnder Häufigkeit theils schmale, theils aber sehr weite Lücken auf; mitunter fehlt sogar eine fortlaufende fädige Begrenzung des Kerns im Bereiche des dritten Theils, der Hälfte oder selbst des grösseren Theils seines Umfangs und im Bereiche der Lücken enden dann die Fäden des Stroma ganz frei, wenn die Kerne in homogenes Plasma eingebettet sind. Der unterbrochene fädige Kontour des Kerns endet nicht immer an der Lücke, sondern biegt an der Grenze derselben mitunter aus, um als einzelner Faden sich in das umgebende Plasma fortzusetzen, in welchem er noch eine Strecke weit, in einer Ausdehnung die den Durchmesser des Kerns noch übertreffen kann, zu verfolgen ist. Die Kernhülle oder beim Fehlen derselben die peripheren Stromatheile hängen, wie die Peripherie blasser Kerne, vielfach mit einzelnen Plasmafäden oder mit den Fäden umgebender Netzschichten zusammen; aber auch mit Stromatheilen kommt im Bereiche der Lücken ein solcher Zusammenhang zu Stande, einzelne Fäden wie Netze des Kerninnern durchsetzen die Lücken und behalten jenseits derselben die gleiche Beschaffenheit wie im Kern oder setzen sich in parallele, gekörnte Fibrillen oder in Fäden fort die nach verschiedenen Richtungen verlaufen und in den zwischen ihnen bleibenden Lücken mitunter engmaschige Netze oder feine Fäden und Körnchen einschliessen.

Mitunter haben glänzende Kerne nur in der Peripherie oder

auch im Innern eine ganz oder fast ganz homogene Beschaffenheit angenommen und schliessen nur ein Paar kleine, mitunter körnchenhaltige Vakuolen ein. Nicht zu verwechseln mit diesen homogenen, aber matt oder stärker glänzenden Kernen sind andere runde, sehr blasse, nicht glänzende und ebenfalls homogene Kerne die in manchen Schnitten vereinzelt oder zu mehreren vorkommen, meist ein deutliches kleines Kernkörperchen einschliessen und ganz oder theilweise von einer im Durchschnitt fädigen Hülle begrenzt worden. Kleine runde oder spindelförmige Plasmakörper von ähnlichem blassen Aussehen haften mitunter ihrer Oberfläche an.

Hie und da finden sich blasse Kerne, welche in der Umwandlung zu glänzenden begriffen zu sein scheinen. Ihre Körnchen sind, wie es scheint, zum Theil verschmolzen und dadurch derber geworden, sind etwas auseinander gerückt und glänzender geworden; neben denselben finden sich mitunter Netze mit ebenfalls derberen, etwas glänzenderen Septa und weiteren Maschen und vereinzelt Maschen von ziemlich beträchtlicher Weite die mitunter ein centrales Korn einschliessen. Eine derbere Hülle hat sich bald gebildet, bald nicht. Für das Statthaben einer solchen Umwandlung sprach auch der Umstand, dass in Schnitten von Blättern, denen behufs der Untersuchung wiederholt Stücke entnommen worden waren, sich häufig die Zahl der glänzenden Kerne mehr oder weniger auffallend in der Nähe des Schnittrandes vermehrt hatte.

In ziemlich grosser Zahl wurden in der Umwandlung begriffene Kerne an Schnitten beobachtet die unter Fettabschluss 24—36 Stunden in 1 proc. Zuckerlösung gelegen hatten. Unveränderte blasse Kerne waren in denselben fast gar nicht mehr vorhanden, ein Theil der übrigen zeigte das eben beschriebene Aussehen oder dieselben hatten mit dem Auftreten derberer und glänzender Fäden, Stränge und Knoten schon mehr das Aussehen glänzender Kerne erhalten. Die noch in der Umbildung begriffenen Kerne reagiren lebhaft auf inducirte Ströme und wandeln sich unter dem Einfluss derselben sofort in glänzende Kerne um. In anderen Kernen treten zwar auch derbere, mattglänzende Stromatheile hervor, dieselben sind aber undeutlich, verschwommen und verschmelzen, unter häufig sehr beträchtlicher Grössenabnahme eines oder beider Kerndurchmesser, zu homogener Substanz. Die Kerne erhalten erst in der Peripherie, dann aber auch in den centralen Abschnitten ein ganz homogenes Aussehen und mitunter

unregelmässige, durch kleine Einkerbungen unterbrochene Kontouren, sind ganz blass oder besitzen einen matten Glanz. Auf Einwirkung inducirter Ströme verändern sie sich dann nicht mehr, oder es treten nur kleine, in den centralen Partien noch sichtbare Körnchengruppen etwas schärfer vor.

Ob schon innerhalb der kurzen Zeit zwischen Anfertigung und Einstellung des Schnitts eine Umwandlung blasser Kerne in glänzende stattfinden kann, muss dahin gestellt bleiben.

Bewegungen der Kerngerüste wurden, wie bereits erwähnt, nur einmal, an einem langsam in einer Epidermiszelle in der Richtung der Zellaxe fortrückenden Kern wahrgenommen; dieselben vollzogen sich langsam, aber stetig für geraume Zeit. Der bei Beginn der Beobachtung runde Kern flachte sich zunächst an der einen Seite unter Bildung einer geradlinigen Kontourlinie ab, so dass es aussah als sei ein Segment von ihm abgetrennt worden, wurde wieder rund, dann länglich und nahm unter zunehmender Streckung die Form eines Halbmonds an, während gleichzeitig die Netzfäden des Innern sich zu längeren und derberen, mehr oder weniger parallel von einem Pol zum andern verlaufenden Fäden auszogen. Darauf verblasst das relativ derbe Innengerüst, wird feiner, dichter und weniger glänzend, während gleichzeitig die Kontourfäden an Dicke zunehmen; die convexe Seite des Kerns wölbt sich dann mehr nach Aussen vor, die entgegengesetzte, bisher schwach concave bekommt einen geradlinigen Kontour und gleichzeitig runden sich die Spitzen des Kerns ab, während die Fäden seines Innern, etwas voneinander rückend, mit den von ihnen umschlossenen Maschen wieder deutlicher vortreten. Jetzt nimmt auch entlang des eben noch geradlinigen, in Form eines derben Fadens vortretenden Kontourabschnitts der Kern an Umfang zu, der fädige Kontour sondert sich zu einzelnen derberen und feineren Partikeln während die Kerngrenze weiter hinausrückt und ein neuer, feinerer fädiger Kontour entsteht dessen Innenrande noch einzelne der Partikel anhaften die aus der Differenzirung der vorher vorhandenen hervorgegangen sind. Der Kern hat jetzt wieder eine ovale Form erhalten und sein Inneres ist theils dicht körnig-fädig, theils deutlich netzförmig. — Wie bei den Kernen der Krebsblutkörper mit veränderlichem Stroma handelt es sich demnach auch hier um Verdickung und Verdünnung, Glänzendwerden und Verblassen, um das Eingehen und Lösen von Verbindungen, um Sonderung zu Körnchen, völliges Schwinden und um Neubildung von Stromatheilen, Vorgänge die

mit ihrem Ablauf gleichzeitig auch den Wechsel in der Form des Kerns bedingen.

Mehrere Male wurde das rasch oder im Verlaufe von einer Minute oder von ein Paar Minuten sich vollziehende Verblassen und Homogenwerden glänzender Kerne beobachtet. Die Fäden verlieren ihren Glanz, ihre scharfen Kontouren, bekommen ein verschwommenes Aussehen und scheinen miteinander zu verschmelzen, so dass das Kerninnere ganz oder zum grossen Theil homogen wird und nur stellenweise noch ein körnig-fädiges Aussehen darbietet. Der homogene Kerninhalt besitzt dann ein kaum merklich stärkeres Brechungsvermögen als der umgebende flüssige Zellinhalt und grenzt sich von dem letzteren nur beim Vorhandensein einer stärker brechenden Hülle deutlich ab. Einmal vollzog sich die Umbildung eines glänzenden Kerns unter plötzlicher, ruckweiser Zusammenziehung desselben, der grösste Theil seines Innern wurde unter Bildung mehrerer spaltförmiger Vakuolen homogen, während in dem nicht homogen gewordenen Abschnitt die Stromafäden sich zu einzelnen Körnern differenzirt hatten. Immer waren es nur vereinzelte Kerne, an denen das Homogenwerden wahrgenommen wurde und auch in Schnitten die stundenlang in der Zuckerlösung gelegen hatten war häufig nicht ein einziger homogener, blasser, nicht glänzender Kern zu finden. Das blosse Verblassen und Schwinden der Stromatheile hat viel Aehnlichkeit mit dem Verblassen und Schwinden scharf gezeichneter Netze in Zellen mit Plasmaströmung, dagegen trug das plötzliche Verschmelzen der Stromatheile unter Eintritt einer ruckweisen Contraktion einen wesentlich anderen Charakter.

Wie die Kerne so zeigen auch die Chlorophyllkörper nach ihrer Grösse, Form und Beschaffenheit beträchtliche Verschiedenheiten. Schon bei Anwendung schwächerer Vergrösserungen fallen 2 verschiedene Formen derselben in die Augen, kleinere, scharf kontourirte, gesättigt grün gefärbte und grössere, nicht scharf begrenzte, heller grün gefärbte. Sehr häufig alterniren an demselben Schnitt in dem Mesophyll Zellgruppen und Reihen mit scharf kontourirten Chlorophyllkörpern mit anderen, welche nicht scharf kontourirte einschliessen.

Die scharf kontourirten Chlorophyllkörper sind rund oder zum Theil auch polygonal oder ihre Kontouren werden sehr unregelmässig in Folge des Auftretens von rundlichen oder zackigen Prominenzen. Sie besitzen ein ausserordentlich dichtes Gefüge, so dass sie nur ein fein punktirtes oder ein schraffirtes

Aussehen darbieten, während eine netzförmige Zeichnung mit äusserst engen Maschen nur in den seltensten Fällen wahrgenommen werden konnte. Einzelne Chlorophyllkörper werden von einem zarten, in Form eines fädigen Rings vortretenden Saum geformten, ungefärbten Protoplasmas von wechselnder Dicke dicht umschlossen. Derselbe wird nach Zusatz von etwas Essigsäure deutlicher sichtbar und zeigt dann auch an manchen Chlorophyllkörpern Unterbrechungen sowie Ablösungen von ihrer Peripherie. Die Unterbrechungen treten bald nur in geringer, bald in grösserer Ausdehnung hervor und im Bereiche der schmalen, benachbarte Chlorophyllkörper trennenden Spalten fehlt der Saum bald nur entlang der Grenzlinie des einen, bald entlang der Grenzlinie beider Chlorophyllkörper und im letzteren Fall können die Säume die Spalte an ihrem einen oder anderen Ende überbrücken, von dem einen Chlorophyllkörper sich direkt auf den anderen fortsetzen, während in die Spalte zwischen beiden sehr kurze, von ihrer Peripherie sich ablösende Fäden frei einragen. Auch an vereinzelt liegenden Chlorophyllkörpern fehlt der fädige Saum mitunter in grösserer Ausdehnung, bis zur Hälfte ihres Umfangs, und setzt sich an seinem einen oder anderen Ende mitunter in einen frei in die Umgebung auslaufenden Faden fort; entlang des nicht von ihm umschlossenen Abschnitts des Chlorophyllkörpers sieht man von der Peripherie des letzteren einzelne sehr feine und kurze Fäden vorragen.

Die meist verhältnissmässig grossen, nicht scharf kontourirten Chlorophyllkörper besitzen ein lockeres, bald nur körnig-kurzfädiges, bald in grösserer oder geringerer Ausdehnung netzförmiges Gefüge und schliessen in wechselnder Zahl etwas derbere, mehr glänzende, aber nicht scharf kontourirte Körnchen und Knotenpunkte, sowie längere und derbere gerade, gebogen oder zickzackförmig verlaufende Fäden ein die mit den letzteren zusammenhängen. In ihrem Innern tauchen hie und da einzelne weitere Lücken auf, in denen sich blasse, ungefärbte Fäden und Körnchen finden, andere schliessen in der Peripherie oder im Innern vereinzelt eingestreute, verhältnissmässig weitmaschige und mitunter nicht ganz geschlossene Septen ein und einzelne Chlorophyllkörper bestehen ganz oder vorwiegend aus relativ derbfädigen und weitmaschigen Netzen, deren Maschen den Durchmesser eines Kernkörperchens erreichen oder noch übertreffen. Von den in der Peripherie gelegenen, aber noch ganz dem Chlorophyllkörper zugehörigen Maschensepten waren einzelne ungefärbt. Von der

ganzen Peripherie der Chlorophyllkörper treten theils nur sehr kurze, theils etwas längere, bald gefärbte, bald ungefärbte Fäden ab und verschwinden im umgebenden Plasma, wenn sie nicht mit geformten Theilen desselben zusammenhängen. Im Ganzen sind die nicht scharf kontourirten Chlorophyllkörper nicht blos durch die grössere Derbheit ihrer Körnchen und Fäden und das häufigere Vortreten eines netzförmigen Gefüges von den scharf kontourirten unterschieden, sondern auch dadurch, dass nicht netzförmig verbundene Körnchen und Fäden viel lockerer zusammenliegen, häufig durch weitere Lücken von einander getrennt sind und auch dann, wenn sie ein etwas glänzendes Aussehen besitzen doch nicht scharf vortreten. Häufig sieht es aus, als seien die das Stroma constituirenden Theile gequollen, unter Lösung eines grossen Theils ihrer Verbindungen auseinander gefallen und von einander abgerückt, so dass überall nur Bruchstücke der Baumaterialien vortreten und dem entsprechend auch der Kontour kein fortlaufender mehr ist.

In einer Zelle des Mesophylls wurde der plötzlich erfolgende Eintritt einer Quellung der kleinen, scharf umschriebenen, wandständigen Chlorophyllkörper wahrgenommen. Dieselben vergrösserten sich so rasch, dass sie nach wenigen Sekunden die Lichtung der Zelle fast ganz ausfüllten und hatten mit der Quellung ganz dieselbe Beschaffenheit erlangt, wie sie die nicht scharf kontourirten, grösseren Chlorophyllkörper darbieten und wie sie die scharf kontourirten sonst nur nach Einwirkung inducirter Ströme annehmen. Dem entsprechend hatten sie auch ihre scharfen Kontouren verloren und längs ihres Umfangs ragten vielfach Körnchen und feine, kurze Fäden frei in das umgebende Plasma ein. In derselben Zelle hatte sich vor Eintritt der Schwellung der Chlorophyllkörper innerhalb des bis dahin homogenen Plasmas eine feine Spalte gebildet und längs des Spaltrandes sich das Plasma zu einer im Durchschnitt in Form eines fädigen Saums vortretenden Grenzschicht verdichtet die sich dann zu einzelnen blassen Körnchen sonderte. Es waren demnach hier im Plasma und in den Chlorophyllkörpern Vorgänge entgegengesetzter Natur abgelaufen, in dem ersteren, wenn auch nachweislich nur in sehr beschränkter Ausdehnung, ein Verdichtungsprozess mit Abgabe wässriger, die Spalte erfüllender Flüssigkeit, in den letzteren eine beträchtliche Quellung.

Die beiden Formen der Chlorophyllkörper waren in den

Schnitten auch dann vorhanden, wenn als Zusatzflüssigkeit nicht Zuckerlösung sondern Mohnöl benutzt wurde.

Die geformten Theile des Zellplasmas zeigen rücksichtlich ihrer Beschaffenheit und Anordnung ein noch wechselnderes Verhalten als die Kerne und die Chlorophyllkörper. Dieselben treten auf:

1) In Form von einfachen Netzlamellen und von dickeren Netzschichten. Die ersteren sind entweder sehr engmaschig und feinfädig und bieten, da die Maschen rund oder oval sind, ein siebförmiges Aussehen dar, oder die Maschen sind weiter, ihr Durchmesser schwankt zwischen dem eines derben Kernkörperchens und dem eines Chlorophyllkörpers und die meist derberen, runden, ovalen oder polygonalen, blassen oder etwas glänzenden Septa schliessen nicht selten kleine Gruppen engerer Maschen ein. Derartige Netzlamellen finden sich hie und da frei im Zellinnern, häufiger in der Umgebung der blassen wie der glänzenden Kerne und der Chlorophyllkörper und hängen mit den peripheren Stromatheilen derselben und mit der Kernhülle unmittelbar zusammen. Dickere Netzschichten besitzen meist enge Maschen oder solche von mittlerer Weite und ihre Septen sind entweder blass, zart und fein oder im Verhältniss zur Maschenweite derb, etwas glänzend und scharf gezeichnet.

2) Vorwiegend in der Umgebung der blassen Kerne und häufiger in den Epidermiszellen als in den Zellen des Mesophylls finden sich blasse, nicht scharf begrenzte runde oder spindelförmige Gebilde wie blasse Stränge und Fäden die mit der Kernperipherie sehr häufig zusammenhängen.

Die runden oder spindelförmigen Klümpchen homogener Substanz haften der Oberfläche der blassen Kerne mitunter in so grosser Zahl an, dass sie im Durchschnitt eine kranzartige Einfassung derselben bilden. Sie besitzen häufig einen blassen, fädigen, mehr oder weniger weit in das Zellinnere reichenden Fortsatz, andere Male entsenden sie 2 Fortsätze von denen der eine mit dem Kern zusammenhängt. In Zellen, welche zahlreiche Spindeln einschliessen ist meist nur ein Theil derselben um den Kern gruppirt, andere befinden sich frei im Innern der Zelle und erstere wie letztere sind nicht selten durch Fäden untereinander verbunden. Das Brechungsvermögen der Spindeln ist nicht stärker als das des Stromas der blassen Kerne, häufig schliessen dieselben aber ein grösseres, rundes, etwas stärker brechendes und meist nicht scharf begrenztes Korn ein oder ein Paar kleinere schärfer

abgegrenzte, etwas glänzende Körnchen. Das Korn wie die Körnchen zeigten keine Jodreaktion, dagegen färbten sich einzelne der homogenen Klümpchen auf Behandlung mit Jod und Schwefelsäure blau.

Von den Polen blasser, ovaler oder spindelförmiger Kerne erstrecken sich in den Epidermiszellen nicht selten Anhänge von blassen Fäden und Strängen in der Richtung der Zellaxe mehr oder weniger weit nach den Zellenden oder durchsetzen die Zelllichtung in querer oder schräger Richtung, wenn sie nicht mit den Kernen zusammenhängen. An der Verbindungsstelle der Stränge mit der Peripherie des Kerns erscheint der Kontour des letzteren häufig unterbrochen, indem einzelne Fäden von der Kernperipherie sich ablösen und sich in die homogene Substanz der Stränge einsenken. Mitunter sieht man an den letzteren einzelne Körnchen abfliessen.

3) Nur in den Epidermiszellen finden sich dünnere oder dickere Schichten relativ derber, mitunter mit einzelnen Körnchen besetzter, etwas glänzender Fibrillen. Dieselben durchflechten sich theils indem sie hie und da Anastomosen miteinander eingehen, theils verlaufen sie gerade, parallel und dicht nebeneinander. Kleine Bündel derselben weichen hie und da etwas von einander und in den dadurch gebildeten etwas weiteren Spalten werden vereinzelte Körnchen und einzelne kurze Fäden sichtbar. Der fibrilläre Charakter verliert sich mit abnehmender Länge der einzelnen Fibrillen und indem neben parallelen immer zahlreicher kürzere und nach verschiedenen Richtungen orientirte, zum Theil untereinander verbundene Fäden vortreten.

4) Ebenfalls nur in einzelnen Epidermiszellen sind Schichten oder Schollen blasser, feinkörniger, feinkörnig-kurzfädiger oder feinstreifiger Substanz enthalten. Dieselben erhalten längs eines grösseren oder geringeren Theils ihres Umfangs häufig eine scharfe Begrenzung durch relativ derbe, glänzende, fädige Kontouren und werden mitunter auch durchzogen von einem Reiserwerk derberer, etwas glänzender, gerade, gebogen oder zickzackförmig verlaufender und hie und da anastomosirender Fäden. Die kurzen, innerhalb der feinkörnigen Substanz befindlichen Fäden hängen zwar mit den Körnchen vielfach zusammen, bilden aber keine Netze.

Die an einzelnen Fäden, an Fadenringen sowie an manchen der grösseren Septa von Netzlamellen wahrgenommenen Bewegungen und Formveränderungen entsprechen ganz den von mir an den

gleichen Theilen in Zellen mit strömendem Plasma beobachteten. Dieselben wurden erst dann nicht mehr beobachtet, wenn Fäden und Septa in Folge der Einwirkung von Säure ein körniges Aussehen erlangt hatten. So lange dies nicht der Fall war blieben sie auch dann noch wahrnehmbar, wenn der Kern bereits eine Umwandlung erfahren hatte.

1) Veränderungen der Kerne, der Chlorophyllkörper und der geformten Theile des Plasma unter der Einwirkung inducirter Ströme.

1) Veränderungen der Kerne.

Während und nach kurz dauernder Einwirkung der Ströme verändern sich die glänzenden Kerne überhaupt nicht. Erst wenn die Ströme $\frac{1}{2}$ Minute lang oder länger eingeleitet worden sind verdicken sich bei einem Theil der Kerne die Stromatheile und verschmelzen allmählig zu compakten Massen welche den grössten Theil des Kerninnern ausfüllen und nur eine grössere oder geringere Zahl von Lücken und Spalten frei lassen. Die Kerne sind dann denen ganz ähnlich, welche schon im unveränderten Präparat eine ganz oder theilweise homogene Beschaffenheit darbieten und einen matten Glanz besitzen. Während des Homogenwerdens verkleinert sich die Mehrzahl der Kerne nicht merklich, bei anderen nehmen die beiden Durchmesser nur um $\frac{1}{7}$ oder $\frac{1}{6}$ ihrer ursprünglichen Länge ab.

Die in den blassen Kernen eintretenden Veränderungen sind ausserordentlich auffallend und überraschend; bei vielen Kernen genügt schon eine momentane Einwirkung der Ströme oder ein einziger Oeffnungsschlag, um den Eintritt und Ablauf der Veränderungen hervorzurufen, während andere weniger rasch reagiren und sich langsamer umbilden.

Der Kern ändert meist unmittelbar nach Schliessung der Leitung seine Form und Beschaffenheit und sehr häufig auch seine Lage, rückt von der Zellwand oder von der Stelle welche er im Zellinnern eingenommen hat, ganz fort oder dreht sich nur um seine Axe, so dass der vorher der grösseren Zellaxe parallele Durchmesser quer oder schräg zur letzteren gestellt wird. Gleichzeitig kommt es an ovalen und spindelförmigen Kernen zu einer mehr oder weniger beträchtlichen Dickenzunahme mit Verkürzung ihres Längendurchmessers, weiterhin zu einer auffallenden Verkleinerung der Kerne und während dieser Vorgänge ändert sich

ihre Struktur in so auffallender Weise, dass man sie nach Ablauf derselben nicht wieder erkennen würde, wenn man sie nicht im Auge behalten hätte. Während und nach der Dickenzunahme des Kerns befindet sich derselbe mitunter in einer auf- und abwogenden Bewegung, er dehnt sich einmal oder mehrere Male rasch hintereinander, in seinem ganzen Umfang oder im Bereiche eines Theils desselben etwas aus, um sich unmittelbar darauf wieder zusammenzuziehen. Schon während der Kern seine Form und Lage ändert sind die Körnchen und Netze seines Innern derber, deutlicher und etwas glänzender geworden und unmittelbar nachdem die anfänglich eintretenden Formveränderungen sich vollzogen haben kommt es zu weiteren, tiefer greifenden Umbildungen des Stromas die ihrerseits neue Formveränderungen des Kerns und eine Verkleinerung desselben zur Folge haben.

Um die Vorgänge im Einzelnen so weit als möglich verfolgen zu können, ist es zweckmässig schwächere Ströme anzuwenden und dieselben nur momentan einwirken zu lassen. Man sieht dann in einer Anzahl Kerne die Körnchen zunehmend derber und glänzender werden und zwischen ihnen in wechselnder Zahl sehr kurze, zum Theil mit ihnen zusammenhängende Fäden vortreten, die ebenfalls derber und glänzender sind als die vorher vorhandenen. Körnchen und Fäden rücken, während der Kern sich verkleinert, dichter zusammen und verschmelzen zur Bildung von homogener, mattglänzender, einzelne Vakuolen einschliessender Substanz. In anderen Kernen wird das Gefüge ausgeprägt fädig, ohne einen deutlichen netzförmigen Charakter zu erhalten. Die Theile des ursprünglichen, blassen Stromas verschmelzen theils zu feinen, glänzenden Fäden, theils zu einer Anzahl derber, glänzender Knoten und Stränge, es bildet sich eine grössere, ein kernkörperchenartiges Korn einschliessende Vakuole und nachträglich rücken, ebenfalls unter Verkleinerung des Kerns, seine Stromatheile dichter zusammen, verdicken sich, oder verschmelzen ebenfalls, indem sie wieder undeutlich werden, zu einem ganz oder theilweise homogenen, einige Spalten und Lücken einschliessenden Körper. Noch viel auffallender sind die Umbildungen des Stromas in den zahlreichen Kernen, welche während, meist aber erst nach ihrer Formveränderung, ein deutlich netzförmiges Gefüge, mit scharf gezeichneten, lebhaft glänzenden Septen, Knoten und Strängen erhalten. Nach Form und Weite der Maschen, Derbheit der Septen und ihrer Knotenpunkte, dem Vorhandensein oder Fehlen derberer, in die Netze eingelassener fädiger Stränge, finden sich ganz diesel-

ben Verschiedenheiten wie in den schon vor Einleiten der Ströme glänzenden Kernen, denen überhaupt die welche erst unter dem Einfluss der Ströme ein glänzendes fädiges oder netzförmiges Stroma erhalten haben, so sehr gleichen, dass es ganz unmöglich sein würde dem blossen Aussehen nach zu entscheiden, ob ein Kern erst unter dem Einfluss der Ströme ein glänzendes Stroma erhalten, oder dasselbe schon vorher besessen hat. Innerhalb der Netze findet sich auch hier häufig eine grössere, ein Kernkörperchen einschliessende Lücke und ebenso kommt es bei zahlreichen Kernen nachträglich zu einer allmähligen, langsamen Verkleinerung derselben unter Verdickung, Aneinanderrücken und schliesslichem Verschmelzen ihrer Theile zu homogener oder undeutlich körnig-fädiger Substanz die bald nur die peripheren, bald auch die centralen Theile des Kerns einnimmt. Mitunter erfolgt die Verkleinerung des Kerns, während oder bald nach Entwicklung des glänzenden Stromas, unter einer einmaligen, oder wiederholten, ruckweisen Contraktion desselben, worauf er sich langsam und stetig noch weiter verkleinert, bis er in grösserer oder geringerer Ausdehnung homogen geworden ist. Wiederholt hatten die Kerne mit ihrem Glänzendwerden auch eine deutlich blassgelbe Färbung angenommen.

Bei der Bildung von Kernen die vorwiegend derbere Körnchen oder diese und glänzende Fäden in dichterer Stellung enthalten, scheinen die Umbildungen des blassen Stromas bei Weitem nicht so durchgreifend als bei der Entstehung glänzender Netze. Die Maschen der letzteren sind zum grösseren Theil beträchtlich weiter als die der blassen Netze und schliessen mitunter auch an den Polen oder in den centralen Partien einzelne grössere, nur vereinzelte Knoten oder Körner enthaltende Lücken ein, es ist also zu einer sehr ungleichmässigen Vertheilung der das glänzende Stroma bildenden Substanz gekommen, wie dieselbe auch sehr auffallend an manchen Kernen vortritt, deren ganze centrale Partien sehr arm an geformten Theilen sind, während in ihrer Peripherie sich dichter gedrängte, derbe und vielfach zusammenhängende Knoten und Fäden finden. Ausserdem sind häufig zwar die neugebildeten, glänzenden Stromatheile in bestimmter und mehr oder weniger regelmässiger, aber doch in ganz anderer Weise angeordnet als die feinen und blassen Stromatheile der blassen Kerne. So verlaufen die derberen Stromafäden mitunter vorwiegend quer, von einer Seite des Kerns herüber zur anderen oder ziehen, mehr oder weniger der Längsaxe parallel, von einem

Pol zum andern und begrenzen in beiden Fällen gestreckte Maschen. Da nun die blassen Kerne ein durchaus gleichartiges, dicht- und feinkörniges oder gleichmässig zart und fein genetztes Gefüge darbieten so müssen ihre Körnchen und Septa, während sie eine Umwandlung in stärker brechende Substanz erfahren, zum grossen Theil theils unter einander verschmolzen sein, theils sich aus ihrem alten Zusammenhang gelöst haben und von einander abgerückt sein; die Wahrnehmung dieser Vorgänge wird aber sehr dadurch erschwert, dass gleichzeitig auch der Kern im Ganzen seine Form ändert. Das Statthaben von Verrückungen der Körnchen, ihr Verschmelzen zu derberen Körnchen, zu kleinen, unregelmässig gestalteten Körnern wie zu Fäden und zu fädigen Strängen hatte sich auch durch die direkte Beobachtung constatiren lassen, ebenso der Eintritt von Veränderungen der Form einzelner weitmaschiger blasser Septa und eine ungleich starke Verdickung der an ihrer Zusammensetzung betheiligten Fäden und Knotenpunkte. Durch diese Verdickung wird der Raum für die umschlossene Masche wie für die angrenzenden Maschen verengt und da es ausserdem gleichzeitig zu Abschnürungen einzelner Septafäden kommt und zum Verschmelzen anderer untereinander oder mit Knotenpunkten, so schwinden die Septa als solche in grösserer oder geringerer Ausdehnung und an ihrer Stelle treten derbere, knotige, mit kleinen Fortsätzen versehene Gebilde hervor. Es scheint aber ausserdem das glänzende Kernstroma nicht ausschliesslich aus einer blossen Umbildung des blassen hervorzugehen, sondern in manchen Kernen zum Theil neugebildet zu sein nachdem vorher Theile des ursprünglichen Stroma ganz mit einander verschmolzen sind. Bei einer Anzahl Kerne schwindet nämlich das alte Stroma gänzlich und das neue wird in der ganzen Ausdehnung des Kerns aus der homogenen Substanz gebildet, welche aus dem ersteren hervorgegangen ist. Nachdem die Körnchen und Netze, unter Aenderung der Form des Kerns, bereits deutlicher hervorgetreten sind, *verblassen* sie wieder und verschmelzen zur Bildung eines *blassen, fast oder ganz homogenen Körpers*, der nur mitunter ein Paar helle, vakuolenartig vortretende, aber nicht scharf umschriebene Stellen einschliesst und dessen Brechungsvermögen mitunter ein so geringes ist, dass er innerhalb der helleren umgebenden Flüssigkeit nur wie eine wolkige Trübung erscheint. Das Kernkörperchen bleibt zwar sichtbar, erhält sich aber nicht unverändert, sondern in demselben entsteht, nach Aufhellung seiner centralen

Abschnitte, eine deutlich umschriebene, mitunter excentrisch gelagerte Vakuole. Sehr rasch differenzirt sich nun die homogen gewordene Kernsubstanz zu glänzenden Körnern, Körnchen, Fäden und strangförmigen Gebilden, die unter einander mehr oder weniger zahlreiche, und zum Theil netzförmige Verbindungen eingehen. Gleichzeitig entwickelt sich in grösserer oder geringerer Ausdehnung ein derber, fädiger Kontour. Wenn nachträglich der Kern sich zusammenzieht kann er zum zweiten Mal ein homogenes, dann aber gleichzeitig etwas glänzendes Aussehen erhalten.

Die Um- oder Neubildung des Kernstroma bis zum Homogen- und Glänzendwerden der Kernperipherie oder auch des Kerninnern vollzieht sich häufig schon innerhalb 1—2 Minuten nach einmaligem, momentanem Einleiten der Ströme; andere Male nimmt der Vorgang etwas längere Zeit in Anspruch, es verändert sich der Kern, nachdem seine Körnchen und Netze nur deutlicher geworden sind, für geraume Zeit nicht weiter und erst nach wiederholtem Einleiten der Ströme, oder nachdem dieselben einige Zeit ununterbrochen eingewirkt haben, verschmelzen die Körnchen zur Bildung blasser homogener Substanz aus der sich dann das glänzende Stroma entwickelt.

In den Zellen des Mesophylls finden sich, wie oben erwähnt wurde, mitunter kegel- oder zapfenförmige Fortsätze der blassen Kerne welche sich zwischen die Chlorophyllkörper der Umgebung erstrecken; dieselben treten mit der Um- oder Neubildung des Stromas sehr scharf vor und gleichzeitig fahren häufig die benachbarten Chlorophyllkörper mit einem Ruck auseinander, während die Verbindungen zwischen diesen Fortsätzen und den Chlorophyllkörpern und die Verbindungen zwischen den letzteren selbst sich lösen.

In ganz analoger Weise wie die blass granulirten oder blass genetzten Kerne und ebenfalls sehr rasch werden die sehr blassen und ganz homogenen Kerne unter Einwirkung der Ströme verändert. Ihr Inneres wird zunächst entweder fein- und dichtkörnig oder es tauchen sehr feinfädige und engmaschige Netze auf und in beiden Fällen kommt es zu weiteren Umbildungen. Während die fädige Hülle an Dicke zunimmt wird ein Theil der Körnchen derber und glänzender, sie verbinden sich hie und da zu theils kurzen, theils längeren und derberen, glänzenden Fäden und Strängen und ebenso werden die Anfangs blassen Netze bald deutlicher und glänzender. Die Körnchen und Fäden rücken dann näher aneinander und verschmelzen zum Theil, so dass die

Maschen und Lücken nicht blos kleiner werden sondern auch an Zahl abnehmen. Weiter wird das Anfangs mehr poröse Kerninnere ganz homogen oder erscheint nur sehr undeutlich und dicht granulirt; mitunter schliesst es noch ein Paar kleine Vakuolen ein. — Bei Einwirkung der Ströme rückt der Kern mitunter etwas von der Stelle während er gleichzeitig seine Form ändert; dieselbe kann sich bei seiner späteren Verkleinerung nochmals ändern und die Kontouren werden dann öfter unregelmässig und eckig.

Die Form- und Grössenveränderungen der Kerne treten am auffallendsten an den gestreckten, spindelförmigen hervor. Dieselben verkürzen sich mit Eintreten der Ströme mitunter um $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{4}$, häufig aber bis auf die Hälfte ihres Längendurchmessers oder auch noch etwas darüber, während ihre Dicke um $\frac{2}{3}$ oder nahezu um die ganze Länge des ursprünglichen Dickendurchmessers zunimmt. Je nach dem Grade, welchen die Verkürzung des Längen- oder die Zunahme des queren Durchmessers erreicht, bekommen die Kerne eine ovale oder eine ganz runde Form. Die letztere ändert sich aber sehr rasch wieder, sobald das mittlerweile entstandene derbere Stroma anfängt sich zusammenzuziehen, seine Fäden und Stränge sich verkürzen, die Maschen und Lücken sich verkleinern und in grösserer oder geringerer Ausdehnung homogene und glänzende Substanz gebildet wird. Der ursprüngliche Längendurchmesser erfährt dabei keine oder wenigstens keine erhebliche weitere Reduktion, dagegen verkürzt sich der ursprünglich quere Durchmesser sehr beträchtlich, mitunter noch beträchtlicher als seine ursprüngliche Zunahme betrug, so dass nach Ablauf der Verkleinerung des Kerns sein Querdurchmesser den ursprünglichen, vor Einleiten der Ströme gemessenen, nur noch um $\frac{1}{4}$ seiner Länge übertrifft, oder ihm gleich ist oder um $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{6}$ seiner Länge verkürzt ist. Die vorwiegende nachträgliche Verkürzung rund gewordener spindelförmiger Kerne in der Richtung ihres anfänglichen Querdurchmessers bedingt es, dass nach Ablauf der Verkleinerung die Kerne wieder die Form einer verkürzten und verkleinerten Spindel oder eines Ovals erlangen. In Fällen wo die Verkürzung des Längendurchmessers eine weniger beträchtliche war, nur $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{4}$ seiner Länge betrug, war die der Dickenzunahme folgende Dickenabnahme des Kerns ebenfalls eine nicht erhebliche, so dass nach Ablauf der Zusammenziehung der Querdurchmesser des Kerns den anfänglichen Querdurchmesser desselben immer noch um $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$ seiner Länge übertraf.

Die Verkürzung des Längendurchmessers wie die anfängliche

Zu- und spätere Abnahme des queren Durchmessers der spindelförmigen Kerne trat in ganz der gleichen Weise ein, wenn die Zellen mit ihrer Längsaxe parallel zur Stromesrichtung als wenn sie senkrecht zu derselben gestellt waren.

In ovalen Kernen waren die Form- und Grössenveränderungen weniger auffallend, ihr Längendurchmesser verkürzte sich in der Regel nur um $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{4}$, seltener um $\frac{1}{3}$ und nur einmal um die Hälfte und ebenso war die Dickenzu- und die folgende Dickenabnahme eine nicht so beträchtliche. Die Dickenzunahme betrug nur $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{6}$ der Länge des Querdurchmessers, die Dickenabnahme meist nur $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{4}$ der letzteren. Mitunter fand eine Dickenzunahme des Kerns gar nicht statt, derselbe verkleinerte sich im Längen- und Querdurchmesser in gleichem Grade oder es nahm zwar die Länge des Querdurchmessers während der Verkürzung des Längendurchmessers zu, nahm aber später nicht wieder ab.

Runde Kerne mit fein und blasskörnigem oder netzförmigen Stroma sowie runde, blasse, homogene Kerne verkleinerten sich in der Regel gleichmässig und meist nur um $\frac{1}{6}$ der Länge ihrer Durchmesser.

2) Veränderungen der Chlorophyllkörper.

Während die blassen Kerne ein glänzendes Stroma erhalten und sich wieder zusammenziehen erfahren auch die scharf umschriebenen Chlorophyllkörper sehr auffallende Form-, Struktur- und Grössenveränderungen und gleichen dann ganz den grösseren, nicht scharf umschriebenen, die ein lockeres Gefüge besitzen und durch die Ströme gar keine Veränderungen erfahren. Bald schon nach momentanen, bald erst nach kurze Zeit fortgesetztem Einleiten der Ströme fangen die Chlorophyllkörper an zu schwellen und an Stelle der feinen Punktirung oder der feinkörnig-kurzfädigen Zeichnung treten äusserst engmaschige und feinfädige Netze von sieb- oder gitterförmigem Aussehen hervor; dann wird die Netzstruktur wieder undeutlich und schwindet ganz oder in der grössten Ausdehnung der Chlorophyllkörper während erst einzelne und dann zahlreichere Knotenpunkte und Fäden ziemlich beträchtlich an Dicke zunehmen. Durch Verdickung zusammenhängender Bruchstücke der Septen kommt es zur Bildung einzelner längerer und derberer, zum Theil verzweigter Fäden, gleichzeitig scheinen sich aber vielfach Fäden von ihren Knotenpunkten abzuschnüren, da die Menge der isolirt vortretenden Fäden und die freier oder nur spärliche Verbindungen eingehender

Körnchen (Knotenpunkte) sehr zunimmt. Ausserdem erscheinen Körnchen und Fäden mehr oder weniger von einander abgerückt, lassen kleine und etwas grössere Lücken bis zur Grösse eines Kernkörperchens der blassen Kerne frei, die ganzen Strukturelemente erscheinen wie auseinander gefallen und dabei etwas geschwellt, während geschlossene Netze gar nicht mehr oder nur in beschränkter Ausdehnung sichtbar sind. Die frühere scharfe Begrenzung der Chlorophyllkörper ist damit ganz verloren gegangen, indem jetzt längs ihrer Peripherie überall Körnchen und feine, kurze Fäden frei vortreten.

Während der Quellung verändern die Chlorophyllkörper mitunter ihre Form und gegenseitige Lage, erhalten unregelmässige Kontouren, die Lücken zwischen benachbarten schwinden und wenn die Quellung eine beträchtlichere ist kann durch einen einzigen Chlorophyllkörper in den Epidermiszellen die Zelllichtung in querer Richtung ganz ausgefüllt werden.

3) Veränderungen geformter Theile des Plasmas.

a) Veränderungen von blassen homogenen Strängen wie von blassen kugel- und spindelförmigen Gebilden.

Den Polen blasser Kerne anhaftende und mehr oder weniger weit in den Zellenraum hineinreichende oder denselben durchsetzende blasse, nicht scharf kontourirte Stränge sondern sich nach momentanem Einwirken der Ströme und während der Umwandlung der blassen Kerne zu einzelnen blassen, homogenen Kugeln, die mit einander zu einer grösseren, blassen, mitunter den Kern theilweise umschliessenden Plasmaschicht von undeutlicher Begrenzung verschmelzen. Ohne oder erst nach Wiedereinleiten der Ströme differenziren sich aus dieser Schicht einzelne mehr oder weniger dicht gelagerte Körnchen und Fäden oder ziemlich weitmaschige Netze die im Bereiche des Kernumfangs sich mit den peripheren Theilen des glänzend gewordenen Kernstromas oder mit der Kernhülle verbinden. Einmal sonderte sich ein die Zelllichtung durchsetzender Plasmastrang zu feineren Fäden die sich unter einander erst zur Bildung von ein Paar weiteren Maschen verbanden und dann von Neuem zur Bildung von ein Paar Reihen theils weiterer, theils engerer Maschen differenzirten, die so rasch entstanden, dass die Art und Weise ihrer Bildung sich nicht verfolgen liess. Nur in wenigen Fällen veränderten sich homogene Stränge gar nicht.

Spindelförmige und runde, dem Kern anhaftende oder in seiner Umgebung befindliche Plasmaklümpchen verblassen, vergrössern sich und die Spindeln runden sich gleichzeitig ab. Nur in selteneren Fällen treten keine weiteren Veränderungen ein. Liegen die blassen Kugeln vereinzelt, so sieht man ihr Inneres sich aufhellen, während eine dichtere Hülle in Form eines blassen Saums oder eines scharf gezeichneten fädigen Rings oder Halbrings auftritt, bilden sie dagegen in dichterer Aneinanderlagerung eine kranzartige Einfassung eines grösseren oder geringeren Theils des Kernumfangs, so verschmelzen die einzelnen benachbarten Kugeln zu dem Kern anliegenden oder ihn im Durchschnitt band- oder sichelförmig umschliessenden Plasmaschichten, die mitunter keine weiteren Veränderungen erfahren, aus denen sich aber nachträglich meist Körnchen und Fäden, sparsam eingestreute Körner und mitunter auch Netze differenziren die in Form eines Maschenkranzes einen Theil des Kernumfangs einschliessen. Einmal waren die Netze nach kurzem Bestehen wieder verblasst und verschwunden. Die blassen Kugeln verschmelzen aber nicht immer zu einer deutlich unterscheidbaren Plasmaschicht, sondern ihre Substanz vermischt sich mitunter mit der umgebenden Flüssigkeit und es entstehen dann nicht nur an den Stellen wo die ersteren lagen, sondern auch in der Umgebung erst feine Körnchen und feine und meist kurze Fäden und etwas später einzelne derbere Körnchen. Die Körnchen und Fäden hängen zwar zum Theil untereinander zusammen, verbinden sich aber in den Epidermiszellen meist nicht zur Bildung von Netzen. In manchen Mesophyllzellen war dies dagegen, unter sonst ähnlichen Verhältnissen, der Fall. Dieselben enthalten mitunter in dem homogenen, das Zellinnere erfüllenden Plasma kleine blasse Körner die mit Einleiten der Ströme schwinden, ohne dass eine dichtere, vorwiegend aus ihrer Substanz gebildete Plasmaschicht entsteht. Sehr rasch nach ihrem Schwund entstehen scharf gezeichnete, zierliche, weit- und engmaschige Netze die aber nachträglich durch die sich vergrössernden Chlorophyllkörper zum Theil oder ganz wieder verdeckt werden.

Die in den Spindeln und Kugeln eingeschlossenen glänzenden Körner und Körnchen verblassen und schwinden zum Theil während die ersteren sich vergrössern, zum Theil aber erfahren sie keine Veränderung und gerathen in lebhafte Molekularbewegung entweder im Innern der Kugeln sobald dieselben sich aufgehellt haben oder in der Umgebung der Plasmaschicht, welche durch ihre Verschmelzung entstanden ist.

b) Veränderungen von Netzen und von feinkörnig-fädiger Substanz.

Sehr häufig verblassen schon nach einmaligem oder erst nach wiederholtem Einleiten der Ströme die Netze, verschwinden dann und es bildet sich, wie nach Vermelzen der Plasmakugeln eine den Kern umschliessende Plasmaschicht, welche sich durch ihre etwas grössere Dichtigkeit von dem umgebenden Zellinhalt unterscheidet und aus welcher sich auch hier Körnchen, einzelne Körner, feine und kurze wie einzelne längere gekörnte Fäden wieder differenziren. Die Fäden sind mitunter netzförmig verbunden, bilden kleine Maschengruppen die nach einiger Zeit wieder schwinden können, andere Male bilden sich bogenförmig gekrümmte, an ihren Enden mit der Hülle des mitterweile glänzend gewordenen Kerns zusammenhängende Fäden oder kürzere und längere Fäden die sich nur mit ihrem einen Ende mit der Kernperipherie verbinden, während andere in wechselnd dichter Stellung frei in der Umgebung des Kerns eingestreut sind. — Mitunter treten nach Einleiten der Ströme die Netze deutlicher vor, verblassen dann, schwinden aber nicht. In anderen Fällen wurde der Eintritt von Bewegungen der Netzfäden und eine Umbildung der Netze wahrgenommen; die Fäden vollführen Ein- und Ausbiegungen, einzelne schnüren sich von den Knotenpunkten ab oder sondern sich zu einer Anzahl Körnchen. Auf den Eintritt zahlreicherer Abschnürungen und die Wiedervereinigung getrennter Fäden und Körnchen ist vielleicht hier wie an den Netzen welche sich nach Verschmelzen der Plasmakugeln differenziren, die wiederholt wahrgenommene Umbildung grösserer Septa in kleinere und die Zunahme der Zahl der Septa überhaupt zurückzuführen, da diese Vorgänge so rasch erfolgen, dass sich die Art und Weise ihres Zustandekommens der Beobachtung entzieht.

In einzelnen Epidermiszellen fanden sich nicht scharf und ziemlich unregelmässig begrenzte Anhäufungen geformter Substanz die ganz oder zum Theil dieselbe Beschaffenheit wie das Stroma blasser Kerne darbot. Soweit dies der Fall war, entwickelte sich nach Einwirkung der Ströme ein derbes, glänzendes, körnig-fädiges Gerüst von derselben Beschaffenheit wie in den glänzenden Kernen, von denselben aber durch die Unregelmässigkeit seiner Begrenzung unterschieden.

Schichten körnig-fädiger Substanz zeigen häufig ein ganz analoges Verhalten wie die Netze, schwinden nach einmaligem

oder nach wiederholtem Einleiten der Ströme und an ihrer Stelle, oder auch in der umgebenden Flüssigkeitsschicht differenziren sich mehr oder weniger dicht zusammenliegende, mitunter zu weit- oder engmaschigen Netzen verbundene Fäden und Körnchen. Andere Male traten die Körnchen und Fäden nur deutlicher hervor ohne sich wesentlich zu verändern, oder zeigten vorher nicht deutlich erkennbare netzförmige Verbindungen, oder es verdickten sich einzelne Körnchen, kürzere und längere Fäden, so dass die ganze Schicht ein verändertes und dunkleres Aussehen erhält. In dem Reiserwerk derberer Fäden, welches mitunter die feinkörnig-fädige Substanz durchzieht, treten nach Einleiten der Ströme die ersteren schärfer heror, werden zum Theil dicker und glänzender und ändern unter Krümmungen und Einbiegungen, welche einzelne Fadenabschnitte erfahren, die Richtung ihres Verlaufs und zugleich die Form der durch ihre Verbindungen eingegrenzten, meist unvollständig geschlossenen Felder. Gleichzeitig kommt es mitunter zu Formveränderungen und zu einer Verringerung des Durchmessers der ganzen Schicht. Andere Male waren dagegen auffallende Veränderungen weder an der körnig-fädigen Substanz noch an einem dieselbe durchsetzenden Reiserwerk derberer Fäden wahrzunehmen.

c) In Schichten paralleler Fibrillen liessen die letzteren weder Bewegungserscheinungen noch Formveränderungen erkennen und traten nur nach Einleiten der Ströme etwas deutlicher hervor, wenn sie vorher ein ziemlich blasses Aussehen dargeboten hatten.

Die wesentlichen durch die Ströme bewirkten Veränderungen bestehen theils in Quellung und in Verflüssigung geformter Theile des Zellinhalts wie in Neubildung von Formelementen aus verflüssigter Substanz, theils in häufig von lebhaften Bewegungen begleiteten Umbildungen.

Die Chlorophyllkörper quellen und lassen Netze vortreten die mit Zunahme der Quellung zerfallen, indem sie sich zu einzelnen feineren und derberen Körnchen und Fäden sondern.

Zusammenliegende Plasmakugeln und die Bestandtheile von Netzen wie von blasser, feinkörnig fädiger Substanz verschmelzen untereinander zur Bildung dichterer, häufig den Kern in grösserer oder geringerer Ausdehnung umschliessender Plasmaschichten, aus denen sich nachträglich derbere und feinere Körnchen, Fäden und Netze differenziren die mitunter nach einiger Zeit wieder verblassen und schwinden. Wenn dagegen die Netz-

theile nicht miteinander verschmelzen, treten mitunter Bewegungen einzelner Fäden auf, Abschnürungen der Fäden von den Knotenpunkten oder ihre Sonderung zu einzelnen Körnchen; in anderen Fällen kommt es zu Umbildungen der Netze, so dass sich an Stelle der ursprünglich vorhandenen andere entwickeln die nach Form und Weite ihrer Maschen ein mehr oder weniger verschiedenes Aussehen darbieten.

Vereinzelt liegende Plasmakugeln und Spindeln quellen zunächst, worauf ihr Inneres sich aufhellt und ihre Peripherie sich verdichtet; ihr Verschmelzen, wenn sie dicht zusammenliegen, lässt sich ebenfalls nur auf eine Quellung oder Verflüssigung ihrer Substanz zurückführen, die sich aber nachträglich vielleicht nur zum Theil wieder verdichtet, so dass die entstehenden Fäden und Netze der Hülle entsprechen würden, welche sich um vereinzelt liegende Kugeln nach Aufhellung ihres Innern bildet. Dagegen schien die Menge der durch die neugebildeten Netze repräsentirten geformten Substanz in manchen Mesophyllzellen erheblich grösser zu sein als sich nach der Zahl der kleinen blassen Körner erwarten liess, welche unter dem Einfluss der Ströme schwanden; da hier eine besondere, aus verflüssigter Kornsubstanz bestehende Schicht gar nicht gebildet wurde, schien die Möglichkeit Berücksichtigung zu verdienen, dass unter dem Einfluss der Ströme sich auch aus der homogenen Substanz des Zellplasma Theile verdichteten und mit der verflüssigten Substanz der Körner an Bildung der Netze betheiligen können.

Blasse Stränge differenziren sich direkt zu Fäden und Netzen oder sondern sich zunächst in kugelförmige Portionen und erst nach Verschmelzung derselben entwickeln sich aus ihrer Substanz Fäden und Netze.

In den blassen Kernen handelt es sich theils um Umbildungen des vorhandenen Stromas, indem Theile desselben miteinander verschmelzen, andere sich von einander sondern, theils um Bildung eines ganz neuen Stromas nach Verschmelzen des zarten und blassen zu homogener Substanz. Sowohl die Um- als Neubildung des Stroma sind von erheblichen Formveränderungen und mitunter auch von lebhaften Kontraktionen begleitet und führen zur Bildung eines anders beschaffenen und glänzenden Stromas. Nachträglich verkleinert sich der Kern häufig, wird unter Verschmelzung seiner Stromatheile in grösserer oder geringerer Ausdehnung homogen.

Während die Veränderungen der genannten Theile sich häufig

schon nach kurzer, vorübergehender Einwirkung der Ströme entwickeln, verändern sich von Anfang an glänzende Kerne erst nach einige Zeit fortgesetzter Einwirkung derselben, verkleinern sich und werden unter Verschmelzen ihrer Stromatheile ebenfalls ganz oder theilweilse homogen. Ebenso bedarf es einer etwas längeren Einwirkung der Ströme um deutliche Formveränderungen wie ein Dicker- und Glänzenderwerden von derberen Fadenreisern hervorzurufen.

Analogien bezüglich der nach Einwirkung der Ströme und der spontan zu Stande kommenden Veränderungen bestehen in Betreff der Chlorophyllkörper und der Kerne. Der spontane Eintritt einer Quellung der Chlorophyllkörper, wie sie in ganz gleicher Weise unter dem Einfluss der Ströme zu Stande kommt, wurde zwar nur einmal beobachtet, indessen lässt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass dieser Vorgang häufiger und auch innerhalb der unversehrten Pflanze zu Stande kommt. Ebenso scheint auch schon innerhalb der letzteren, wenn auch nur an vereinzelten Kernen und ganz allmählig, im Verlaufe von Stunden oder Tagen, sich die Umwandlung blasser Kerne in glänzende zu vollziehen, da sich schon im ganz frischen Präparat Uebergangsformen zwischen blassen und glänzenden Kernen finden und das Vorkommen zahlreicherer glänzender oder in der Umwandlung begriffener Kerne in der Nähe des Schnittrandes der zur Untersuchung verwendeten Blätter, auf den Eintritt der Umwandlung einer grösseren Anzahl blasser Kerne hinwies. Die Umwandlung in glänzende Kerne, welche ein Theil der blassen Kerne erfährt, nachdem die Schnitte 24—36 Stunden in der Zuckerlösung aufbewahrt worden sind, würde dagegen für sich allein noch keinen Rückschluss auf den Eintritt dieser Umwandlung innerhalb der unversehrten Pflanze gestatten. Auch die Umwandlung von Kernen mit glänzendem Stroma in solche von mehr oder weniger homogener und glänzender Beschaffenheit scheint sich als physiologischer Vorgang vollziehen zu können, da sich im frischen Präparat nicht selten Kerne finden, die das gleiche Aussehen besitzen wie die, deren glänzendes oder unter dem Einfluss der Ströme glänzend gewordenes Stroma sich während der Beobachtung verdichtet hat, homogen und glänzend geworden ist. Der spontane Eintritt von Verflüssigung wie von Um- und Neubildung der Plasmanetze wurde in den Zellen der Blätter von Sanseviera nicht, dagegen sehr häufig in Zellen mit Plasmaströmung, namentlich in den basalen Abschnitten der Brennhaare

von Urtica wahrgenommen, so dass der Eintritt dieser Vorgänge nach Einleiten der Ströme sein Analogon wenigstens in Vorgängen hat, welche in lebenden Zellen anderer Pflanzen stattfinden.

2) Veränderungen des Zellinhalts durch Einwirkung von Säuren.

1) Veränderungen der blassen Kerne durch Essig- und Chromsäure.

Setzt man dem Präparat einen kleinen Tropfen Essigsäure zu, so sieht man fast regelmässig die blassen Kerne die auffallendsten Veränderungen eingehen, welche grosse Aehnlichkeit mit den nach Einwirkung inducirter Ströme eintretenden haben. Im Verlaufe einer Minute werden die Körnchen und Knotenpunkte erst deutlicher und dunkler, dann verschmelzen dieselben untereinander und mit den sie verbindenden Fäden zu derberen und glänzenden Körnchen, Knoten, Fäden und Strängen und bilden damit ein derberes Stroma das bald vorwiegend Körnchen und Knoten, bald auch zahlreichere und mit den letzteren vielfach verbundene Fäden und einzelne Stränge enthält. Die Vertheilung der Stromatheile ist häufig eine ungleichmässige, so dass einzelne weitere, von derberen Stromatheilen begrenzte Maschen und Lücken entstehen, in denen mitunter wieder feine Körnchen und Fäden eingeschlossen sind. Nur ganz ausnahmsweise waren auch bei bis 20 Minuten lang fortgesetzter Beobachtung keine Veränderungen eingetreten oder beschränkten sich auf ein etwas deutlicheres Vortreten und dunkleres Aussehen der Körnchen. Bei einem Theil der Kerne erfuhr das veränderte und derber gewordene Stroma im Verlaufe einer Viertelstunde keine weitere Umbildung, bei der Mehrzahl der Kerne trat dieselbe dagegen schon im Verlaufe einiger Minuten ein. Die ganzen Stromatheile verschmelzen mit einem Male untereinander zur Bildung eines grauen, blassen, homogenen, zart kontourirten Körpers, der mitunter ein Paar kleinere oder grössere spaltförmige oder runde Vakuolen einschliesst und im weiteren Verlaufe von einer oder ein Paar Minuten nimmt die ganze homogene Masse, mitunter unter Schwinden der Vakuolen ein äusserst dicht und gleichmässig feingranulirtes Aussehen an, wobei hie und da zwischen den sehr feinen, blassen Körnchen einzelne derbere, etwas glänzendere, sowie einzelne feine Fäden auftauchen. Während des Homogenwerdens der Kerne werden

ihre Kontouren unregelmässig durch Einkerbungen, buckelförmige und zackige Vortreibungen, im Ganzen aber bleibt die Form des Kerns erhalten. Schon vor oder erst bei seinem Homogenwerden verkleinert sich der Kern, aber meist weniger auffallend als nach Einwirkung der Ströme, seine Grössenabnahme wird aber mitunter dadurch verdeckt, dass seiner Peripherie anhaftende Plasmaklümpchen von gleichem Brechungsvermögen mit ihm verschmelzen und ihn grösser erscheinen lassen als er wirklich ist.

Blasse homogene Kerne erhalten bei Einwirkung der Säure zunächst eine dichtkörnige Beschaffenheit und durch Verschmelzen der Körnchen ein ähnliches Stroma wie es die blass granulirten Kerne bekommen. Ein nächträgliches Homogenwerden der Kerne wurde nicht beobachtet, ebensowenig änderte der Kern seine Form und Grösse.

Kerne mit von Anfang an glänzendem Stroma wurden durch Essigsäure (und durch Chromsäure) nicht merklich verändert.

Die nach Zusatz von $^1/_4$—1 proc. Chromsäurelösung eintretenden Veränderungen der blasskörnigen oder genetzten Kerne sind denen nach Zusatz von Essigsäure zum Theil ganz entsprechend, entwickeln sich aber langsamer. Auf Zusatz von 1 proc. Chromsäurelösung entwickelt sich ein derberes Stroma schon im Verlaufe der ersten 2—5 Minuten, auf Zusatz von $^1/_2$ proc. Lösung ändert sich zwar nach 2—5 Minuten das blasse und zarte Stroma schon merklich, aber erst nach 10—15 Minuten wird es derber und glänzend und auf Zusatz von $^1/_4$ proc. Lösung werden nach 5 Minuten die Körnchen derber und dunkler, ausgesprochener nach 10 Minuten, aber erst nach 20—30 Minuten hat sich ein deutliches, derberes und glänzendes Stroma entwickelt. Ein Homogenwerden der Kerne nach Bildung des letzteren, wie nach Einwirkung von Essigsäure, wurde überhaupt nicht beobachtet, ebensowenig der Eintritt von Formveränderungen und eine Verkleinerung der Kerne. Einmal wurde der Kern, ohne dass seine Körnchen vorher derber und glänzender geworden wären, ganz homogen und erst dann bildete sich das derbere Stroma. Etwas häufiger als nach Einwirkung von Essigsäure fehlten erhebliche Veränderungen der blassen Kerne ganz oder bestanden nur in einem Derber- und Glänzenderwerden der Körnchen ohne Verschmelzen derselben zur Bildung neuer Stromatheile.

Das durch Einwirkung der Säuren in blassen Kernen ge-

bildete Stroma zeigt keine Charaktere, die es mit Sicherheit von dem unter dem Einfluss der inducirten Ströme gebildeten Stroma unterscheiden lassen. Dagegen sind die Formen des unter dem Einfluss der letzteren entstandenen Stromas mannichfaltiger als die des Säurestromas. Es erfolgt ferner unter Einwirkung der Ströme die Umbildung viel rascher als nach Einwirkung der Säure und ist häufig von lebhaften, ruckweise eintretende Kontraktionen oder auch von einem Auf- und Abwogen des Kerns begleitet, wie es nach Einwirkung von Säure nie beobachtet wurde.

2) Veränderungen geformter Theile des Zellplasmas.

Das Verhalten derselben gegen Säuren ist ein sehr wechselndes, indem nicht nur Theile von verschiedener Beschaffenheit in verschiedener Weise verändert werden, sondern auch solche von scheinbar gleicher Beschaffenheit.

Die Spindeln und ebenso die kugelförmigen Plasmaklümpchen quellen unter Einwirkung von Essigsäure meist mehr oder weniger und mitunter so stark, dass sie kaum noch zu umgrenzen sind, während die von ihnen eingeschlossenen Körner und Körnchen ein wechselndes Verhalten zeigen. Dieselben treten bald nur schärfer vor, bald vergrössern sie sich und verschmelzen mit der Substanz der Spindeln in denen sich dann nachträglich mitunter von Neuem Körnchen differenziren. Wenn die von Anfang an vorhandenen Körner und Körnchen mit der Substanz der nicht oder nicht erheblich geschwellten Spindel verschmelzen, nimmt das Brechungsvermögen der letzteren sehr merklich zu. Vakuolen entstehen im Innern der geschwellten Spindeln, sowohl wenn ihre Körnchen nur schärfer vortreten, als wenn sie mit der Spindelsubstanz verschmolzen sind. In einer Zelle zerfiel die Substanz der sämmtlichen Spindeln vollständig zu einzelnen blassen Körnchen, die sich durch ihr schwächeres Brechungsvermögen deutlich von den glänzenderen, derberen, schon vorher in den Spindeln enthaltenen unterschieden. — Die fädigen Anhänge der Spindeln werden körnig, bekommen ein perlschnurartiges Aussehen und sondern sich, bis auf kurze, den Spindeln anhaftende Fadenstümpfe, allmählig zu einzelnen Körnchen und kurzen Fäden, die mitunter einen stärkeren Glanz bekommen. Dem Umfang des mittlerweile glänzend gewordenen Kerns direkt anhaftende oder durch kurze Fäden mit ihm verbundene Spindeln erscheinen als demselben zugehörige Anhänge, wenn die Spindelsubstanz nicht gequollen ist, sondern durch Verschmelzen mit den eingeschlossenen

Körnchen und Körnern ein ebenso starkes Brechungsvermögen erlangt hat, als die Theile des glänzend gewordenen Kernstromas.

Eine Quellung der Spindeln und Kugeln wurde nach Einwirkung von 1 proc. Chromsäurelösung nicht beobachtet. Ein Theil der ersteren blieb unverändert, andere veränderten ihre Form, erhielten Ein- und Ausbiegungen oder wurden schmäler und glänzender und einzelne verschmälerten sich so sehr, dass sie nur wie Auftreibungen an den mit ihnen verbundenen Fäden vortraten. Gleichzeitig sonderten sich, wie nach Einwirkung von Essigsäure, die letzteren zu Körnchen und zu feinen, kurzen, glänzenden Fäden, so dass nur kurze Fadenstümpfe mit dem Spindelkörper in Verbindung blieben. Das Innere anderer Spindeln hellt sich nur auf oder es entwickelt sich eine deutliche, von verdichteter Substanz umschlossene Vakuole und mit der Vakuolenwand verschmelzen mitunter die in der Spindel eingeschlossenen Körner und Körnchen, nachdem sie sich vorher vergrössert haben.

Homogene, blasse, von den Kernpolen ausgehende und den Zellraum durchsetzende Stränge verschwinden zum Theil nach Einwirkung von Essigsäure bis auf sehr feine, kaum wahrnehmbare fädige Reste, zum Theil nehmen sie nur ein körniges Aussehen an. Nach Einwirkung von Chromsäure treten sie mitunter deutlicher, aber sonst unverändert vor, andere Male bekommen sie ein körniges und glänzenderes Aussehen, ändern ihre frühere Richtung, beschreiben Ein- und Ausbiegungen und hie und da kommt es auch zu Abschnürungen und zu Unterbrechungen ihrer Kontinuität.

Weitmaschige Netze mit derberen Septen werden durch Essigsäure bald nicht merklich verändert, bald schrumpfen dieselben nur etwas oder ihre Septen werden glänzender und treten schärfer hervor.

Engmaschige Netze und körnig-fädige Schichten bleiben unverändert, wenn die Knotenpunkte, Körnchen und Fäden relativ derb sind, verblassen dagegen, wenn die letzteren fein und zart sind oder verschmelzen zu homogener Substanz in der nur einzelne derbere Körnchen und Fäden sichtbar bleiben und schärfer vortreten als vorher.

Chromsäure lässt weitmaschige Netze nur selten unverändert, auch dann, wenn das Eindringen der Säure in die Zelle sich in unzweideutiger Weise durch die Umwandlung des Stromas eines blassen Kerns dokumentirt hat, in dessen unmittelbarer Umgebung sich die Netzschicht befindet. In der Regel führt die

Einwirkung der Säure zu einer völligen Zerstörung der Netzstruktur. Die Septen verdicken sich zunächst stellenweise, werden glänzender, treten schärfer vor und dann sondern sie sich zu einzelnen Körnchen und zu kurzen bogen- oder halbkreisförmigen Fadenstücken. Auch diese zerfallen im Verlaufe von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde, Körnchen und Fäden rücken auseinander, gruppiren sich in sehr wechselnder Weise, scheinen zum Theil durch Wiederverschmelzen derber zu werden und erinnern schliesslich weder nach ihrem Aussehen, noch nach ihrer Anordnung an die vorher vorhandenen Netze. Es erfahren demnach hier die letzteren ähnliche Veränderungen wie das Stroma blasser Kerne; während derselben löst sich zwar der Zusammenhang der Netzfäden mit den peripheren Theilen des Kernstromas, indessen scheinen Reste der Netzfäden mit den letzteren nach Umbildung des Kernstromas wieder zu verschmelzen.

In engmaschigen Netzschichten treten nach Einwirkung der Säure die Knotenpunkte, in körnig-fädigen sowie in körnigen Schichten eine wechselnde Zahl von Körnchen und feinen Fäden etwas deutlicher vor als vorher.

Schichten, welche vorwiegend aus derberen und längeren, etwas glänzenden, parallelen oder reiserförmig verzweigten, zum Theil anastomosirenden Fäden bestehen, werden durch Einwirkung der Säure nicht merklich verändert.

3) Veränderungen der Chlorophyllkörper.

Nach Einwirkung von Essigsäure tritt die körnig-fädige Zeichnung der scharf umschriebenen Chlorophyllkörper etwas schärfer hervor, während das Gefüge der nicht scharf kontourirten noch verwaschener erscheint als vorher oder es erhalten dieselben ein nahezu ganz homogenes Aussehen. Nach Einwirkung von Chromsäure erhalten die Körnchen und Fäden der scharf wie der nicht scharf kontourirten Chlorophyllkörper einen etwas stärkeren Glanz und die ganzen Körper werden dunkler.

3) Veränderungen der Zellen durch Alkohol.

Lässt man vom Rande des Deckgläschens absoluten Alkohol zu der Zuckerlösung fliessen, in welcher sich der Schnitt befindet, so entstehen in der Zellflüssigkeit körnige Niederschläge, während Kerne, Chlorophyllkörper und geformte Theile des Plasmas in mehr oder weniger eingreifender Weise verändert werden.

Sämmtliche blasse Kerne erhalten ein dunkles, derbes, glänzendes Stroma von körniger, körnig-fädiger oder netzförmiger Beschaffenheit, dessen Theile nachträglich, zuweilen unter Bildung einzelner Vakuolen, näher an einanderrücken, während der Kern sich beträchtlich verkleinert und mitunter in der Peripherie oder auch im Innern homogen wird.

Von Anfang an glänzende Kerne verändern sich nicht wesentlich oder werden nur dunkler, wobei es dahin gestellt bleibt, ob ihre geformten Theile nur etwas schrumpfen oder ob zwischen denselben sich auch Körnchen niederschlagen.

Kugel- und spindelförmige Plasmaklümpchen schrumpfen zum Theil, zum Theil verschmelzen sie mit benachbarten; einzelne bekommen ein trübes, körniges Aussehen, in anderen entwickelt sich eine Vakuole die ein Paar Körnchen einschliesst. Körner die von Anfang an in den Plasmaklümpchen eingeschlossen waren, verschmelzen ruckweise, und unter Zurücklassung von ein Paar Körnchen, mit der Substanz derselben. Die von den Spindelenden auslaufenden Fäden schwinden.

Blasse, homogene Stränge treten deutlicher vor, nehmen aber gleichzeitig an Dicke ab und einzelne werden so fein, dass sie kaum noch unterschieden werden können.

Weitmaschige, derberfädige Netze traten einige Male unter gleichzeitiger Formveränderung eines Theils der Maschen nur etwas deutlicher vor, während sie meist in grösserer oder geringerer Ausdehnung eine andere Beschaffenheit erhielten oder ganz schwanden. Die Septen werden entweder nur körnig, derber und etwas glänzender oder schwinden nachträglich, mitunter unter Zurücklassung von einigen derben, glänzenden Körnchen und Bruchstücken der Septen. An Stelle der geschwundenen Septen tritt eine homogene oder äusserst zart und blass granulirte Substanz auf, aus welcher sich mitunter von Neuem Körnchen und feine Fäden differenziren.

Engmaschige Netze mit relativ derben, glänzenden Septen veränderten sich nicht. In blassen, feinfädigen Netzen und in Schichten körnigen oder körnig-fädigen Plasmas trat eine wechselnde Zahl von Knotenpunkten, Körnchen und kurzen Fäden etwas deutlicher vor; die Netze wurden gleichzeitig undeutlich oder zerfielen zu einzelnen Körnchen.

Zu Bündeln vereinigte oder ein Reiserwerk bildende längere und derbere Fäden veränderten sich so wenig als nach Einwirkung von Säuren. Auch das Stroma der Chlorophyllkörper

blieb unverändert oder trat an den scharf kontourirten nur etwas deutlicher vor.

In Zellen mit blassen Kernen, Netzen, blassen Fäden und Strängen, spindelförmigen oder runden Plasmaklümpchen ruft die Einwirkung von Alkohol und von Chromsäure meist eine so vollständige Aenderung in der Beschaffenheit des Zellinnern hervor, dass man glauben würde, eine ganz andere Zelle vor sich zu sehen, wenn man nicht die Veränderungen Schritt für Schritt verfolgt hätte.

Ohne Zweifel bewirken Alkohol und Chromsäure auch in ähnlich beschaffenen Zellen anderer Pflanzen entsprechende Veränderungen, so dass dieselben als die präformirten Strukturverhältnisse erhaltende Härtungsmittel nur dann angesehen werden können, wenn im einzelnen Fall durch die direkte mikroskopische Beobachtung festgestellt worden ist, dass ihre Einwirkung die der lebenden Zelle eigenthümlichen Strukturverhältnisse nicht alterirt.

4) Veränderungen der Zellen durch Liq. Kali caustici.

Nach Zusatz von Liq. Kali caust. zur Zuckerlösung verschwinden die blassen Kerne rasch, wie mit einem Ruck, oder vergrössern sich erst, in dem sie gleichzeitig ein sehr verwaschenes Aussehen erhalten. Beim Vorhandensein einer Hülle erweist sich dieselbe, ungeachtet ihrer Zartheit, doch mitunter etwas resistenter gegen die Einwirkung des Reagens als das Stroma, das letztere wird zunächst homogen und erst nach einer kleinen Weile fliesst der Kern unter Schwinden der bis dahin noch sichtbaren Hülle auseinander. Glänzende Kerne verblassen, ihre Stroma- und Hüllentheile werden undeutlich, verlieren ihren Glanz und ihre scharfen Kontouren, die Kerne vergrössern sich und schwinden dann ebenfalls; auch bei ihnen schwindet die Hülle mitunter später als das Stroma.

Mit den Kernen verflüssigen sich weit- und engmaschige Netze, homogene Stränge, die spindel- und kugelförmigen Körper und etwas später als die letzteren die in ihnen eingeschlossenen, stärker glänzenden, zum Theil stärkehaltigen Körner und Körnchen. Die Septen engmaschiger Netze verschmelzen mitunter zu einer homogenen oder sehr undeutlich granulirten Masse, die sich vom umgebenden flüssigen Zellinhalt durch ihr etwas stärkeres Brechungsvermögen abgrenzt. Einschlüsse von derberen Körnchen und Fäden erhalten sich entweder geraume Zeit unverändert oder verblassen und schwinden schliesslich auch, ebenso

derbere Fäden, welche mitunter fein genetzte Lamellen einfassen. Auch Schichten derberer paralleler oder ein Reiser- oder Flechtwerk bildender Fäden verflüssigen sich nach Einwirkung des Reagens, dabei sondern sich mitunter während ihrer Quellung einzelne der stärkeren Fäden zu Bruchstücken die etwas längere Zeit sichtbar bleiben.

Die nicht scharf kontourirten Chlorophyllkörper bekommen, während die körnig-fädige oder netzförmige Zeichnung ihres Innern in Folge der eintretenden Quellung schwindet, ein blasses, verschwommenes, mitunter fast homogenes Aussehen; nur einzelne längere Fäden treten deutlicher hervor und ändern mitunter ihre Form etwas. Gleichzeitig vergrössert sich ein Theil der Chlorophyllkörper, ihre Kontouren werden durch zackige oder buckelartige Vortreibungen unregelmässig und in ihrem Innern treten mit Schwund der eingelagerten Stärkekörner Vakuolen auf und verleihen ihnen, wenn sie in grösserer Zahl vorhanden sind, ein zerklüftetes Aussehen. Mitunter werden die Chlorophyllkörper nur vorübergehend blass oder fast homogen und nach kurzer Zeit tritt ihr körnig-fädiges oder netzförmiges Gefüge wieder deutlicher hervor. Einzelne verändern ihre Beschaffenheit nicht merklich oder nur in beschränkter Ausdehnung. In den scharf kontourirten Chlorophyllkörpern werden mit Beginn ihrer Quellung Netze und eingeschlossene Stärkekörner deutlicher sichtbar, sehr bald schwinden aber unter zunehmender Quellung und in Folge von Ablösung der Netzfäden von ihren Knotenpunkten die Netze ganz oder theilweise, dagegen treten jetzt derbere Knotenpunkte, derbere, zum Theil verzweigte und anastomosirende Fäden, auf, welche als derberes Gerüst das Innere des Chlorophyllkörpers durchziehen und aus solchen verdickten, zusammenhängenden Netzfäden hervorgegangen sind, die sich von den zugehörigen Knotenpunkten nicht abgelöst haben. Mitunter ist die Kaliwirkung eine so rasche, dass ein deutlicheres Vortreten der Netze beim Beginn der Quellung gar nicht wahrgenommen wird, sondern gleich derbere, reiserartig das Innere der Chlorophyllkörper durchziehende Fäden oder auch diese werden nicht sichtbar und die letzteren bekommen ein mehr oder weniger homogenes, nach Schwund von eingelagerten farblosen Körnern gleichzeitig vakuolisirtes Aussehen.

Ein bis zwei Minuten nach Eintritt der Quellung der Chlorophyllkörper entwickelt sich in zunehmender Menge in einer Anzahl Zellen ein trüber, körnig-fädiger Niederschlag,

welcher bei einem bald mehr lockeren, bald dichten Gefüge das Zellinnere theilweise oder ganz erfüllt. Derselbe besteht aus Körnchen von wechselnder Feinheit, vereinzelten derberen, häufig mit zackigen oder stielförmigen Fortsätzen versehenen Körnern wie aus feinen meist kurzen und einzelnen längeren, geradlinig, bogen- oder zickzackförmig verlaufenden Fäden und Strängen die ein glattes, glänzendes oder gekörntes Aussehen besitzen, sich mitunter theilen und sich zum Theil verdicken und verlängern, so dass sie nicht selten einen grösseren Theil der Zelllichtung durchsetzen. Die feinen Fäden hängen mit den derberen wie mit den Körnern und Körnchen vielfach zusammen und stellenweise sind dieselben untereinander zur Bildung weit- oder engmaschiger Netze verbunden, die in einer dem Umfang eines Kerns gleichkommenden Ausdehnung vortreten können. — Die geringe Menge Flüssigkeit, welche durch Drücken und Quetschen einer frischen Schnittfläche der Blätter erhalten wird, reagirt stark sauer, es wäre demnach die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass durch sauren Zellinhalt eine nachträgliche Neutralisation der eingedrungenen alkalischen Flüssigkeit und damit der Eintritt des Niederschlags bewirkt worden ist.

Nach Schwinden der Kerne und der geformten Theile des Plasma und während oder nach Quellung der Chlorophyllkörper trat mitunter rasch eine gleichmässige gelbgrüne Färbung des Zellinhalts in einzelnen Zellen oder in Zellgruppen ein, ohne dass eine auffällige Abnahme der Färbung der Chlorophyllkörper sichtbar geworden wäre. Die Färbung kann 10 Minuten bis $^1/_4$ Stunde bestehen, ohne erheblich zu verblassen oder schwindet schon im Verlaufe von ein Paar Minuten ganz oder fast ganz. Einmal hatten sich nach Schwinden derselben die Zellmembranen grün gefärbt. In Zellen deren Inhalt vor Bildung eines körnig-fädigen Niederschlags eine schwach gelb-grüne Färbung angenommen hatte, wurden mit Schwinden der letzteren regelmässig die Körner, derberen Körnchen und Stränge des Niederschlags gelbgrün gefärbt.

5) Verhalten der Zellen bei Einwirkung erhöhter und herabgesetzter Temperatur.

Erwärmung des Objektträgers auf dem bis 60 ° C. erwärmten Objekttisch bewirkte keine Veränderungen der blassen Kerne, nur ein Paar Mal schienen die blassen, feinen Stromatheile etwas gequollen, undeutlicher geworden, die Maschen verkleinert. Die

20 *

grosse Mehrzahl der glänzenden Kerne bot ebenfalls das gewöhnliche Aussehen dar und nur bei wenigen kam es zu sehr langsam sich vollziehenden Umbildungen ihres Stromas, wie sie unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht beobachtet wurden. Einzelne der derberen glänzenden Stränge verblassten, andere schnürten sich zu einzelnen derberen ausgezackten Knoten ab, so dass schliesslich der ursprüngliche Typus des Gerüsts nur noch in einzelnen Kernabschnitten vortrat. Vereinzelt traten auch neue Knoten auf. Die geformten Theile des Plasma und die Chlorophyllkörner erfuhren keine Veränderungen.

Auch nachdem Blattstücke einige Minuten in Wasser von 75 ° C. gelegen hatten, waren die meisten Kerne unverändert. Einzelne blasse Kerne waren mehr homogen geworden und schlossen einzelne Vakuolen ein, eine grössere Anzahl hatte ein trübes, dunkleres Aussehen erhalten. Auf Zusatz von Essigsäure traten in den blassen Kernen keine Veränderungen ein oder die Körnchen und Netze wurden erst etwas deutlicher, um dann wieder zu verblassen; mitunter wurden die Kerne ganz homogen und es trat in ihnen eine Anzahl scharf umschriebener Vakuolen von der Grösse eines Kernkörperchens auf. Inducirte Ströme riefen gar keine Veränderungen mehr hervor, während die Kerne bei Erhöhung der Temperatur des Objekttisches bis auf 50 ° C. noch in der gewöhnlichen Weise reagirten. Nach $^1/_4$ stündiger Einwirkung einer Temperatur von — 8 ° C. auf Blattstücke hatte sich das Aussehen der Zellen gar nicht verändert und die blassen Kerne reagirten auf inducirte Ströme langsam, aber ganz in der gewöhnlichen Weise.

6) Verhalten der Zellen gegen Druck.

Blattstücke von 1½—2 Cm. Länge, die 24 Stunden lang einem Drucke von bis 30 Pfd. zwischen 2 Glasplatten ausgesetzt gewesen waren, hatten ein vollkommen glattes, hie und da durchscheinendes Aussehen erhalten, der ganze geformte Zellinhalt war aber unverändert geblieben und zeigte das gewöhnliche Verhalten auf Einwirkung von Essigsäure und von inducirten Strömen.

Ein ähnliches Verhalten wie in den Zellen des Blattgewebes von Sanseviera c. zeigten Kerne und Chlorophyllkörper auch in ein Paar anderen Pflanzen bei oder nach Einwirkung inducirter Ströme.

Die Zellen der Epidermis und die chlorophyllhaltigen Zellen des Mesophylls der Blätter von Funkia subcordata enthalten blasse und glänzende Kerne. Die letzteren besitzen eine deutliche, etwas glänzende Hülle und ein deutliches aus derberen und feineren Fäden und Körnchen zusammengesetztes, ebenfalls etwas glänzendes Stroma, das sich unter der Einwirkung der Ströme nicht verändert. Die blassen Kerne sind homogen oder besitzen ein sehr blasses, zartes, feinkörniges oder netzförmiges, äusserst engmaschiges Stroma. Mit Einwirkung der Ströme werden die Körnchen und Fäden blos deutlicher, dunkler, etwas glänzend und schärfer kontourirt oder es entstehen durch ihre Verschmelzung auch vereinzelte derbere Knotenpunkte und fädige Stränge. Gleichzeitig verkleinern sich die Kerne unter ruckweisen Contractionen. Die homogenen mattglänzenden Kerne vergrössern sich etwas bei Eintritt der Ströme, differenziren sich dann rasch körnig oder körnig-fädig und verkleinern sich mitunter. Es zeigen somit die Kerne mit blassem Stroma wie die homogenen Kerne ein ähnliches Verhalten wie die blassen und die homogenen Kerne in den Zellen des Blattgewebes von Sanseviera carnea, nur sind die Formveränderungen der Kerne und die Umbildungen in ihrem Innern bei Weitem weniger auffallend. Auch die Chlorophyllkörper besitzen ähnliche Formen und zeigen ein ähnliches Verhalten, wie in den Blättern von Sanseviera. Es finden sich einzelne Zellen und Zellgruppen mit verwaschen aussehenden, oft mit einander verschmolzenen Chlorophyllkörnern mit meist undeutlich körnigem oder körnig-fädigem Stroma und scharf umschriebene kleinere Chlorophyllkörper von undeutlich körnigem Aussehen. Unter Einwirken starker Ströme vergrössern sich die letzteren, doch nicht so auffallend wie die in den Zellen von Sanseviera, ihr Stroma wird viel deutlicher, derber und schärfer, körnig oder körnig-fädig, während es in den nicht scharf umschriebenen zwar auch deutlicher wird, aber nicht in so ausgesprochener Weise.

Blass und fein granulirte oder undeutlich genetzte Kerne von ähnlichem Aussehen finden sich auch in den Epidermiszellen der Blätter von Aspidium filix mas und Aspidistra punctata, dieselben erhalten aber auf Einleiten der Ströme im Verlaufe einer Minute nur eine deutlichere Granulirung, ohne dass Bewegungen und Formveränderungen eintreten. Dagegen erhielten die vereinzelt in den Zellen des subepidermoidalen, chlorophyllführenden Gewebes von Aloe grandidentata vorkommenden blassen Kerne mit feinen, dicht gestellten Körnchen und kurzen feinen Fäden

nicht nur ein glänzendes Aussehen, indem die Körnchen und Fäden scharf kontourirt und ziemlich stark glänzend wurden, sondern es zogen sich auch die Kerne beträchtlich zusammen, wenn die Ströme während einiger Sekunden einwirkten. Bei und nach der Zusammenziehung des Kerns treten mitunter Lücken zwischen demselben und dem umgebenden Plasma deutlich vor, deren den ursprünglichen Umfang des Kerns bezeichnende Begrenzung um so deutlicher wird, wenn, wie es ausnahmsweise bei den blassen Kernen von Aloe g., häufiger bei den blassen Kernen von Sanseviera c. der Fall war, die die Lücke begrenzende Plasmaschicht sich verdichtet hat und dann im Durchschnitt als fädiger Saum die Lücke begrenzt. Gegen die Möglichkeit, dass die Kernmembran in Verbindung mit dem Plasma geblieben sei und von derselben sich die Stromatheile abgelöst und zurückgezogen hätten, sprach der Umstand, dass dem fädigen Saum nirgends körnige oder fädige Stromareste anhafteten und in die Lücke prominirten.

An sich theilenden Kernen der Pollenkörner von Tradescantia v. wurden auf Einwirkung inducirter Ströme die blassen Fäden und Fadenschleifen vorübergehend glänzend und schärfer kontourirt. Der weitere Verlauf der Theilungsvorgänge wurde nicht beobachtet.

XVII. Ueber einige Vorgänge in Zellen mit Plasmaströmung.

An den Kugeln homogenen Plasmas aus den Zellen der Tentakel von Drosera, aus den Brennhaaren von Urtica und aus den Staubfädenhaaren von Tradescantia beobachtet man eine auf- und abwogende Bewegung, welche durch die in raschem Wechsel erfolgende Bildung und Wiederabflachung bauchiger Vorwölbungen einzelner Abschnitte ihres Umfangs bewirkt und häufig von Aenderung der Form ihres ganzen Körpers begleitet wird. Ihr Inneres bleibt homogen oder es entstehen und schwinden in demselben Verdichtungen und Vakuolen; bei Tradescantia und Urtica enthält es häufig oscillirende Körnchen.

Die Bewegungen von blassen Fasern und Strängen sind häufig langsam, wurmförmig, wie namentlich in den Zellen der Tentakel von Drosera und in den Brennhaaren von Urtica, die Bewegungen von schärfer vortretenden, etwas glänzenden einzel-

nen Fäden wie die von Fäden weitmaschiger Netze erfolgen dagegen meist ziemlich rasch, mitunter so rasch, dass es unmöglich ist die Fäden während ihrer Hin- und Hergänge im Auge zu behalten und führen zu mehr oder minder auffallenden Veränderungen der Form einzelner Fadenringe und der Maschensepten in den Netzen. An den Septen kommt es zu Oscillationen oder zu deutlich unterscheidbaren Ein- und Ausbiegungen an wechselnden Stellen ihres Umfangs mit geringer Weite der Exkursionen. Längere Fäden gerathen in eine zitternde Bewegung, wenn gleichzeitig oder sehr rasch nach einander verschiedene Abschnitte derselben kleine, kaum merkbare, sich sehr rasch folgende Ein- und Ausbiegungen ausführen. Seilwellenartige Schwingungen mit weiteren Exkursionen betreffen bald nur einzelne Abschnitte eines Fadens, bald denselben in seiner ganzen Länge; die Weite der Exkursionen ist an verschiedenen Abschnitten desselben Fadens häufig etwas wechselnd und gar nicht selten werden annähernd gleichmässige Hin- und Hergänge durch einzelne sehr weite Ausbiegungen unterbrochen.

Die auf- und abwogenden Bewegungen von Plasmakugeln tragen ganz denselben Charakter wie die Schwingungen der einzelnen Fäden und die der Netzfäden und auch die letzteren scheinen keine übertragenen Bewegungen, sondern durch rasch ablaufende Veränderungen ihres molekularen Gefüges bedingt zu sein. Im Bulbus einfacher Haare von Urtica sieht man mitunter neben zahlreichen, in lebhaftester tanzender Bewegung begriffenen Körnchen auch die zu einem sehr weitmaschigen Gerüst verbundenen Fäden in sehr rascher oscillirender Bewegung und es liegt dann nahe zu vermuthen, dass auch die Körnchenbewegung durch die gleiche Ursache wie die Oscillationen der Fäden hervorgerufen wird. Dagegen findet man mitunter in den Haaren zahlreiche und in ausserordentlich lebhafter Bewegung begriffene Körnchen, während die Fäden keine oder nur sehr schwache Bewegungen ausführen und andererseits erlöschen mitunter lebhafte Bewegungen einzelner Fäden, seltener die der Septen ganzer Netzabschnitte, ganz plötzlich, bei Fortdauer der Molekularbewegung der Körnchen. Wenn ferner die gleichmässig schwingende Bewegung eines längeren Fadens durch eine ruckweise eingetretene, sehr starke Ausbiegung seines Mittelstücks unterbrochen worden ist, behält das letztere häufig seine, dem Ende der Schwingungsphase entsprechende, Lage für geraume Zeit unverändert bei, während die Endstücke des Fadens nach wie vor hin und her schwingen. Wären aber die Bewegungs-

impulse nur mitgetheilte gewesen, so würde auch nach einer stärkeren Ausbiegung das ausgebogene Fadenstück seine Bewegungen gerade so fortsetzen wie die Endstücke und wie die übrigen unter gleichen äusseren Bedingungen sich befindenden Gerüstfäden.

Ebenso wenig ist ferner die Bewegung, in welche das flüssige Plasma durch die oscillirenden Körnchen versetzt wird, im Stande Schwingungen der Fäden hervorzurufen, da die letzeren in Haaren beobachtet werden, welche sehr spärliche Körnchen enthalten und zeitweise ganz fehlen, auch wenn sehr zahlreiche tanzende Körnchen vorhanden sind.

Auch die in den Staubfädenhaaren von Tradescantia nach Erlöschen der Strömung auftretende zitternde und schlängelnde Bewegung der Fäden und Stränge kann nur auf rasch ablaufende Veränderungen des molekularen Gefüges der letzteren selbst bezogen werden.

Zur Verfolgung der Um-, Neu- und Rückbildung geformter Theile erweisen sich die Fasern, Fäden und Netze in den Brennhaaren von Urtica als sehr günstige Objekte. Wenn man eine Netzlamelle für einige Zeit im Auge behält, sieht man die Form der Maschen und die Stärke der Septen sich ändern, einzelne der letzteren körnig werden und früher oder später verblassen und schwinden die ganzen Lamellen, während in der Umgebung neue entstehen. Dasselbe gilt auch von den fasrigen Bildungen, welche namentlich in Haaren von den Stielen bereits welkender Blätter sich in überraschender Menge finden. Neben Fadenringen und Fadenschleifen finden sich im basalen Haarabschnitt blasse, nicht scharf kontourirte, gerade und häufig parallele, sowie mannichfach gekrümmte Fasern die in wechselnder Zahl Verbindungen untereinander eingehen. Wie die Netze so unterliegen auch die Fasern unausgesetzten Veränderungen, sie ändern ihre Form und gegenseitige Lage, werden dicker oder schmäler, sondern sich zu einzelnen Stücken und verblassen und schwinden, während andere in der Bildung begriffene auftauchen. — Nach vorübergehendem Einleiten inducirter Ströme kommt es ziemlich rasch zu einer Aenderung der Form und Weite der Maschen wie der Dicke ihrer Septa.

Nach Brücke ist bekanntlich die Ursache für die Strömungen der körnerreichen, nach ihm nicht protoplasmatischen Flüssigkeit in den Kontraktionen des Zellleibes zu suchen, den die letztere durchströmt. Ich habe bereits früher [1]) die Umstände angeführt,

---

[1]) l. c. S. 83.

welche gegen die Annahme Brücke's sprechen, aber auch bei weiteren Beobachtungen habe ich keine Stütze für dieselbe gewinnen können.

Sowohl bei Urtica als bei Tradescantia habe ich eine besondere Wandschicht des Plasma überhaupt vermisst, die Körnchen streichen so dicht an der Membran hin, dass zwischen ihnen und der letzteren kein wahrnehmbarer Zwischenraum bleibt. Die Innenfläche des Plasmasacks, wie die breiteren Strombänder lassen zwar mitunter Verdichtungen in Form von Fasern oder Streifen erkennen, indessen sind dieselben, wie auch die vortretenden Buckel und Wülste, veränderliche und zum Theil selber körnchenhaltige Bildungen, welche entstehen und vergehen ohne einen Einfluss auf die Schnelligkeit der Bewegungen benachbarter Körnchenströme auszuüben. In den breiteren Strombändern der Staubfädenhaare von Tradescantia ist allerdings mitunter eine ruckweise eintretende Beschleunigung der Strömung sichtbar und wenn dann gleichzeitig eine hyaline, körnchenfreie Randschicht des Strombandes vorhanden ist, liesse sich vermuthen, dass Kontraktionen der letzteren die Strömung bewirkten; indessen fehlt einmal jede Veränderung in der Beschaffenheit der Randschicht, wie sie entsprechend den wechselnden Zuständen der Ruhe und der Kontraktion eines präsumptiven Zellleibes erwartet werden müsste und ausserdem betrifft die Beschleunigung der Körnchenströmung gar nicht immer das Strombett in seiner ganzen Breite. Auf der anderen Seite sieht man zwar nicht selten, namentlich bei Tradescantia, den Durchmesser der Strombänder rasch zu- und wieder abnehmen, ohne dass aber dadurch ein nachweislicher Einfluss auf die Schnelligkeit der Fortbewegung der Körnchen ausgeübt würde; es bewirkt die Verschmälerung der Strombänder keine Beschleunigung, ihre Verbreiterung keine Verlangsamung der Körnchenströmung, gleichviel ob eine körnchenfreie Randschicht vorhanden ist oder nicht. In den Haaren von Urtica wie in den Zellen anderer Pflanzen mit cirkulirendem Plasma finden sich ferner häufig genug feinere Stromfäden, welche sich während des Ablaufs der Körnchen weder bewegen noch Veränderungen ihres Durchmessers erkennen lassen, wie es nach der Voraussetzung der Fall sein müsste, dass Kontraktionen einer, wenn auch noch so zarten Hülle, die Strömung bewirken und unterhalten.

Unvereinbar mit der Brücke'schen Ansicht erscheint ferner das zeitweise Durcheinanderfliessen der Körnchen in Strömen der Wandschicht, die Verlangsamung, der Stillstand wie das Rück-

läufigwerden einzelner Körnchen, während benachbarte ihre Bewegung unverändert fortsetzen, das Fliessen einfacher, unmittelbar benachbarter Körnchenreihen in entgegengesetzten Richtungen und das Auseinanderfliessen ruhender und dicht zusammengelagerter Körnchen nach den verschiedensten Richtungen innerhalb körnchenarmer Abschnitte des wandständigen Plasma.

Vor Erlöschen der Bewegungen werden dieselben nicht blos verlangsamt, sondern auch die Bewegungsrichtung wird eine andere, indem in breiten Strombändern wie innerhalb der Wandschicht die Körnchen nach den verschiedensten Richtungen durcheinanderfliessen.

Nach völligem Stillstand der Bewegungen werden die Stromfäden und die schmäleren Bänder glänzend, bleiben aber homogen, während derbere sich in ihrer ganzen Dicke zu kleinen knotigen, scholligen, fädigen oder strangförmigen, nur durch sehr schmale, helle Lücken getrennten Portionen sondern, ohne dass eine besondere, die differenzirte Substanz einschliessende Hülle nachweisbar würde.

Zur Verfolgung der Bahnen einzelner Körnchen eignen sich noch besser als körnchenarme Abschnitte des Plasmaschlauchs in den Staubfädenhaaren von Tradescantia und in den Brennhaaren von Urtica, die den Bulbus der letzteren bekleidenden Epidermiszellen mit homogenem Inhalt. Es fliessen hier nicht nur Körnchen nach allen Richtungen durcheinander, biegen aus einer Richtung in die andere aus, werden rückläufig und machen Stillstände, sondern beschreiben zum Theil noch auffallendere Bahnen, einzelne scheinen sich zu jagen, andere, aufeinander zufliessende prallen vor einander zurück oder legen sich dicht aneinander, wirbeln zusammen im Kreise herum und stieben dann auseinander.

XIX. Ueber Struktur der Membranen von Pflanzenzellen und über Membranlücken.

In einer Untersuchung über den Durchtritt des Protoplasma durch die Wände von Pflanzenzellen bespricht Gardiner[1]) die

[1]) Some recent researches on the continuity of the Protoplasm through the walls of vegetable cells. Quarterl. Journ. Mic. Soc. January 1883.

von mir darüber gemachten Angaben und berichtet über die Befunde, welche er selber an den Epidermiszellen von Rhododendron pont. und von Dracaena Draco sowohl in Betreff des Vorkommens von Membranlücken als in Betreff der Struktur der Membranen, des Protoplasma und der Chlorophyllkörper gemacht hat. Da die von Gardiner gegen die Deutung des von mir Gesehenen erhobenen Einwände begründet sind, habe ich darauf hin die früher untersuchten Objekte bezüglich ihres Verhaltens zu bestimmten Reagentien einer erneuten Prüfung unterzogen und bin bei dieser Gelegenheit auf eine irrige Angabe aufmerksam gemacht worden die sich leider in der betreffenden früheren Arbeit findet. Ich habe in derselben als Untersuchungsobjekt Dracaena Draco aufgeführt, während es sich um Dracaena congesta handelte; da nun Gardiner auf meine Angabe hin die betreffenden Strukturverhältnisse bei Dracaena Draco untersucht hat, so habe ich nachträglich mich der Untersuchung derselben bei der letzteren Pflanze ebenfalls unterzogen.

Bezüglich der Netzstruktur des Protoplasma stimmt Gardiner im Wesentlichen meinen Angaben bei, sieht nur die Netze nicht so deutlich wie sie von mir beschrieben und abgebildet worden sind. Die Chlorophyllkörper zeigten ebenfalls einen netzförmigen Bau, schienen aber in Folge der Einwirkung verdünnten Glycerin's etwas geschwollen und desorganisirt zu sein; indessen auch an mit Pikrinsäure und absolutem Alkohol behandelten und nachträglich gefärbten Präparaten liefs sich eine Netzstruktur deutlich erkennen [1]).

---

[1]) Im ersten Band des biologischen Centralblatts findet sich ein Artikel von G. Klebs in Würzburg, über „Form und Wesen der pflanzlichen Protoplasmabewegung“ in welchem er bezüglich meiner „Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzellen“ äussert: „Leider konnte diese gewiss sehr fleissige Arbeit nicht benutzt werden, wegen der darin herrschenden Unklarheit und der zu innigen Vermischung des Wahren und Falschen.“ Es ist selbstverständlich, dass man über Arbeiten deren Resultate vollkommen neu sind und mit den herrschenden Anschauungen vielfach im Widerspruch stehen, wohl referiren, nicht aber über dieselben urtheilen kann, ohne die in ihnen enthaltenen Angaben einer eingehenden Prüfung unterzogen zu haben. Klebs würde, wenn er überhaupt urtheilsfähig wäre, sich dies selber haben sagen können. Klebs spricht von einer in meiner Arbeit herrschenden Unklarheit; ich bedaure, dass ihm Manches nicht klar geworden ist, indessen liegt die Schuld doch wohl an ihm und sollte er mich nicht dafür verantwortlich machen, dass er selber schwer von Be-

In Betreff der Membranlücken meint Gardiner sei es ganz klar, dass ich Tüpfelbildungen mit Membranlücken verwechselt habe, dass thatsächlich jede angebliche Lücke durch ihre besondere Tüpfelmembran verschlossen sei; nach Färbung der Membran durch Chlorzinkjod oder andere Mittel überzeuge man sich leicht, dass eine schliessende Membran in keinem Fall fehlt und dass die Tüpfel nicht offen sind. Aus den von mir gemachten Angaben über feinere und derbere, die Lücken überbrückende Fäden gehe hervor, dass ich die den Tüpfel abschliessende Membran zwar gesehen, aber als solche nicht erkannt habe. Ich habe dagegen (bei Dracaena congesta) nicht blos feinere und derbere, die Lücken überbrückende Fäden gesehen, sondern ausserdem auch leere, d. h. von sehr heller, schwach brechender Substanz eingenommene Lücken und solche, welche einzelne blasse Körnchen oder feine und blasse Fäden einschliessen, die von einer Zelle zur andern ziehen. Beim Wechsel der Einstellung überzeugt man sich, dass die derben und glänzenden, die Lücke überbrückenden Fäden nur der optische Ausdruck einer die Lücke schliessenden dünneren Membranschicht sind, dass es sich nur um rinnenartige Vertiefungen in der Wandung handelt. In der

---

griffen ist. Klebs hält ferner die Angaben über den feineren anatomischen Aufbau der Plasmagebilde für noch sehr fragmentarisch, selbst zweifelhaft; in unzweifelhafter Weise geht aber aus dieser Aeusserung hervor, dass Klebs selbst nicht genau untersucht hat, da er sonst Wahrnehmungen gemacht haben würde, an welche er durch die von mir und Schmitz beschriebenen Strukturverhältnisse erinnert worden wäre.

Das Gleiche gilt auch von einer Auslassung Arthur Meyer's die sich in einer kürzlich veröffentlichten, „das Chlorophyllkorn“ betitelten Abhandlung desselben findet. Es heisst da S. 15: „Eine Besprechung von Frommann's Arbeiten wäre werthlos, sie sind ohne Kenntniss der gewöhnlichsten anatomischen Thatsachen und unter Anwendung einer aussergewöhnlichen Fantasie entstanden; wer sie lesen will, wird nach Pringsheim's und nach meinen Angaben die Thatsachen leicht wiedererkennen, welche Frommann zu seinen Anschauungen verleitet haben könnten.“ Meyer scheint in seinem Dünkel gar keine Ahnung davon zu haben, dass es vollkommen gleichgültig ist, ob er den Lesern Anweisungen ertheilt über das was sie seiner Meinung nach von meinen Beobachtungen zu halten haben, da selbständige und vorurtheilsfreie Leser sich nicht durch die Meinungen Anderer in ihrem Urtheil bestimmen lassen; ihm selbst würde es nur förderlich gewesen sein, wenn er etwas genauer untersucht hätte, er würde dann auch keine Veranlassung gehabt haben, über meine Fantasie Betrachtungen anzustellen.

Regel befindet sich eine solche Vertiefung auf jeder Seite des verdünnten Membranabschnitts, derselbe durchsetzt dann die Lücke in ihrer Mitte, andere Male schliesst er aber den Eingang zu der einen der beiden betheiligten Zellen ab, so dass der Membrankontour hier nicht unterbrochen und nur eine einzige, entsprechend vertiefte Rinne vorhanden ist. Mitunter sieht man beim Wechsel der Einstellung die getrennten Membranabschnitte nicht mehr in der Mitte, sondern am Rande der Lücke durch einen Faden verbunden, was sich nur auf eine etwas schräge Stellung des verdünnten Membranabschnitts beziehen lässt, wenn es sich nicht um 2 getrennte Fäden handelte. Es sind aber gar nicht alle die Lücken überbrückende Fäden der optische Ausdruck einer verdünnten Membranpartie; manche und namentlich sehr feine und blasse Fäden schwinden beim Wechsel der Einstellung, die Lücke erscheint dann leer oder enthält ein oder ein Paar Körnchen oder es wird der Brückenfaden gekreuzt von einem anderen der von einer Zelle zur anderen zieht, wie von mir ausdrücklich hervorgehoben wurde. Der Nachweis, dass dies der Fall, lässt sich gar nicht führen, ohne dass man sich gleichzeitig und sehr leicht davon überzeugt, dass die derben und glänzenden Brückenfäden und Stränge nur der optische Durchschnitt verdünnter, rinnenartig vertiefter Membranabschnitte sind, die den Tüpfelbildungen zugezählt werden. Neben den letzteren kommen die leeren oder feine und blasse Körnchen und Fäden einschliessende Membranlücken vereinzelter vor und sind theils sehr schmal, spaltförmig, theils weiter. Sehr weite Lücken habe ich neuerdings einige Male am Querschnitt an den Seitenwänden wahrgenommen; dieselben waren in dem grössten Theil ihrer Ausdehnung durchbrochen, so dass ihre in die Aussen- und Innenwand übergehenden Abschnitte im Durchschnitt in Form von Zapfen in die Zelllichtung einragten. — Nach Tinktionen der Schnitte mit Magdalaroth oder Methylgrün waren die Tüpfelmembranen etwas schwächer gefärbt als die übrigen Membranabschnitte, während die feinen und blassen, in Lücken eintretenden oder sie durchziehenden Fäden entweder ungefärbt waren oder nur eine kaum merkliche Färbung angenommen hatten.

An den Wandungen der Epidermiszellen von Dracaena Draco sind die Tüpfelbildungen ebenfalls sehr häufig und treten an Querdurchschnitten in Form heller, meist sehr schmaler, scharf gezeichneter Spalten vor, welche meist nachweislich von der Mittellamelle durchsetzt werden. An den Innenwänden dringen

die Spalten meist nur einseitig, von dem Lumen der Epidermiszellen aus in die Membran ein und bis zur Mitte derselben vor oder durchsetzen sie fast ganz, so dass in beiden Fällen der entsprechende Kontour der Innenwand keine Unterbrechung erfährt. Nur selten schien die Spalte eine durchgehende zu sein. An dünnen, mit der Innenseite nach oben gelegten Flächenschnitten sieht man an den Innenwänden Tüpfel in wechselnder Häufigkeit, bis 7 an einer Wand, in Form schmaler, heller, mitunter von etwas stärker glänzenden Rändern eingefasster Spalten vortreten die in der Richtung des Längsdurchmessers der Zelle verlaufen. Die Spalten sind leer oder enthalten einzelne blasse und feine Körnchen (möglicherweise zum Theil die Durchschnitte feiner, durchtretender Fäden), oder werden von 1—2 blassen und feinen Fäden überbrückt. Einige Male schien die Spaltöffnung von einer dünnen, schleierartigen Fortsetzung der Membran überzogen zu sein. Unzweifelhafte Lücken der Wandung habe ich viel seltener als bei Dracaena congesta und nur an Flächenschnitten innerhalb der Querwände oder an der Uebergangsstelle derselben in die Seitenwände wahrgenommen. Im ersteren Fall waren die Lücken sehr schmal und enthielten blasse, feine Körnchen oder einen feinen, von einer Zelle zur anderen ziehenden Faden, an der Verbindungsstelle von Quer- und Seitenwand fanden sich dagegen ein Paar Mal etwas weitere Lücken. Dieselben wurden eingenommen von einem Korn oder von ein Paar Körnern oder Körnchen, welche den gleichen Glanz wie die Membran besassen, während zwischen denselben feine und blasse Körnchen sichtbar waren, welche das gleiche Aussehen besassen, wie Protoplasmakörnchen.

Nach Gardiner sind ferner in den Zellwandungen von Dracaena und Rhododendron Fäden protoplasmatischer Natur nicht enthalten. Die Aussen- und Seitenwandungen der Epidermiszellen von Dracaena Draco lassen zwar eine anscheinend netzförmige Struktur erkennen, indessen nach Behandlung ganz dünner und rein querer Durchschnitte mit Chlorzinkjod treten in der geschwollenen Zellwand deutlich umschriebene Körnchen auf, die Gardiner für Wachs hält. Werden die Schnitte in einer verdünnten Kalilösung erwärmt, so scheinen die Körnchen etwas dichter aneinander gehäuft und beginnen sich zu lösen; werden die Schnitte in einer 5 procent. Kalilösung gekocht, so werden die Körnchen vollständig aufgelöst, die Zellwand bleibt ganz hell zurück und zeigt scharfe Ränder. Werden die Schnitte mit Aether

und dann mit kochendem Alkohol behandelt, so tritt eine erhebliche Lösung und Aufhellung ein. Es scheint demnach durch das Vorhandensein der Wachskörnchen sich sowohl das verwaschene Aussehen des die Zelllichtung begrenzenden Membranabschnitts als das Auftreten eines netzförmigen Gefüges der Membran zu erklären.

Nachdem ich mich bei meinen früheren Untersuchungen davon überzeugt, dass wandständige Protoplasmaschichten mit der Membran verschmelzen und einzelne Protoplasmafäden und Stränge in die Substanz derselben eindringen können, frug es sich zunächst ob und in welcher Ausdehnung die Membran überhaupt Strukturbesonderheiten darbietet, die sich vielleicht auf mehr oder weniger chemisch und physikalisch veränderte Plasmastrukturen beziehen lassen.

Die Cuticula zeigt bei Dracaena cong., soweit sie nicht homogen ist, ein körniges oder körnig-fädiges Gefüge, die Körnchen und Fäden sind meist glänzender und zum grossen Theil auch derber als die des Protoplasma; einzelne umfangreichere Prominenzen der Cuticula werden von feineren und derberen, sich theils kreuzenden, theils netzförmig verbundenen Fäden durchzogen, die eine wechselnde Anzahl Körnchen oder Fadenquerschnitte zwischen sich einschliessen. Bei Dracaena Draco bietet die Cuticula an Flächenschnitten ein sehr zerklüftetes Aussehen dar, indem sie sich zu glänzenden zackigen, unregelmässig gestalteten Platten, Körnern, Strängen und zu Fasern differenzirt hat, zwischen denen sich glänzende Körnchen, feinere Fasern und Fäden befinden die untereinander, wie mit den ersteren vielfach zusammenhängen.

Die kutikularisirte Schicht der Aussenwand besitzt bei Dracaena cong. theils eine homogene oder sehr fein und dicht körnige Beschaffenheit, theils ein deutlicher vortretendes körnig-fädiges Gefüge. Die zwischen den Körnchen sichtbaren und mit ihnen sehr häufig zusammenhängenden Fäden sind meist sehr kurz, nicht selten trifft man aber auch längere, überaus feine, geradlinige, glatte oder gekörnte Fäden, sparsamer etwas derbere, strangförmige. Stellenweise sind die feinen und kurzen Fäden mit den Körnchen zur Bildung von Netzen mit sehr engen, häufig nicht ganz geschlossenen Maschen verbunden oder es finden sich reiserförmig verzweigte und hie und da Verbindungen eingehende Fäden. An Querschnitten zeigt sich, dass die kutikularisirte Schicht nur selten in ihrer ganzen Dicke eine deutlich feinkörnig-

fädige Beschaffenheit besitzt und dass von ihr sehr häufig blattförmige, im Durchschnitt zapfenförmige Fortsätze abtreten die den Anfangstheil der Seitenwände oder dieselben in ihrer grössten Ausdehnung durchziehen; andere Male entspringt aus dem Ende des Zapfens ein glänzender, die Seitenwand durchziehender Faden oder ein Paar derselben, die meist der Ausdruck sehr zarter Lamellen zu sein scheinen, mitunter aber sich durchflechten oder überschneiden, in diesem Fall demnach thatsächlich Fäden sind. Die Speciallamellen für die einzelnen Epidermiszellen sind bald sehr schmal, mit etwas verdichteter, in Form eines glänzenden Saums an Durchschnitten vortretender Innenfläche, bald etwas breiter und zeigen dann häufig eine feinkörnig-kurzfädige Beschaffenheit, während ein deutlich netzförmiges Gefüge mit theils engen, theils weiteren Maschen und wechselnder Feinheit der Septen, nur ausnahmsweise vortritt. In ihrer ganzen Dicke, bis zur Cuticula, besitzt die Aussenwand an der Umbiegungsstelle in die Seitenwand an manchen Zellen ein gleichartig körnig-fädiges oder netzförmiges Gefüge und treten innerhalb desselben namentlich Fäden deutlich hervor die senkrecht oder schräg zur Oberfläche gerichtet sind. — Innerhalb der kutikularisirten Schicht wie an der Grenze zwischen derselben und den Speciallamellen sind bei Flächenansichten wie an Durchschnitten häufig schmale, helle, geradlinige, etwas gekrümmt oder winklig verlaufende Spalträume sichtbar, die leer sind oder einzelne blasse und feine Körnchen enthalten und theils in einer der Blattoberfläche parallelen Ebene verlaufen, theils quer oder schräg zur Cuticula aufsteigen.

Eine ganz ähnliche Beschaffenheit wie bei Dracaena congesta zeigen die kutikularisirte Schicht und die Speciallamellen bei Dracaena Draco. Bei Flächenansichten bietet die erstere ein blasses, feinkörnig-kurzfädiges, hie und da auch netzförmiges Aussehen dar und schliesst in wechselnder Häufigkeit derbere und längere, mitunter sich theilende Fasern wie kleine knotige und strangförmige, mit kurzen, zackigen Fortsätzen versehene und mit benachbarten Fäden anastomosirende Gebilde ein. Stellenweise bekommt die Zeichnung ein schraffirtes Aussehen, wenn kürzere und längere Fäden parallel und ziemlich dicht nebeneinander verlaufen, oder Körnchen und Fäden werden so fein und stehen so dicht, dass die Membran nahezu ein homogenes Aussehen darbietet. Meist lassen sich diese Strukturverhältnisse nicht in der ganzen Dicke der kutikularisirten Schicht wahrnehmen und schwinden schon bei geringem Wechel der Einstellung. An Querdurch-

schnitten zeigt die kutikularisirte Schicht eine homogene Beschaffenheit oder eine sehr feine, dem Schnittrande parallele Streifung und nur über einzelnen Zellen tritt eine zarte, feine und blasse quere Strichelung hervor, etwas häufiger sind, ebenfalls mehr oder weniger senkrecht zum Schnittrand gestellte, derbere und glänzendere, stäbchenartige Gebilde. Zwischen der kutikularisirten Schicht und den Speciallamellen zieht sich sehr häufig über einzelnen Zellen oder über ganzen Reihen derselben eine einfache oder mehrfache Reihe etwas glänzender Körnchen hin, welche vereinzelte sehr kurze Fäden zwischen sich schliessen. — Die Speciallamellen sind meist schmal und besitzen ziemlich häufig in grösserer oder geringerer Ausdehnung eine dicht körnige oder körnig-fädige Beschaffenheit. An mehreren Zellen besass die Aussenwand in ihrer ganzen Dicke, bis zur Cuticula, eine gleichmässig blass körnig-fädige Beschaffenheit und liess eine Sonderung in Speciallamelle und kutikularisirte Schicht überhaupt nicht erkennen. Wie bei Dracaena cong. senken sich nicht selten zapfen- oder strangförmige Fortsätze der Speciallamellen in wandständiges Protoplasma ein oder prominiren frei in das Zellinnere, oder es senken sich umgekehrt Fäden, Fasern und Stränge wandständigen Protoplasmas in die Membran ein, verschmelzen mit derselben oder lassen sich in ihr noch auf eine kürzere oder längere Strecke unterscheiden. Bei einiger Genauigkeit in der Beobachtung lässt sich dies Verhalten mit Sicherheit feststellen und es ändert sich an den bezüglichen Befunden nicht das Geringste, wenn man die Schnitte einige Minuten in absolutem Alkohol, mit oder ohne vorgängiges Einlegen derselben in Aether, gekocht hat. Nach Kochen der Schnitte in 5 proc. Kalilösung quellen die Speciallamellen, werden durchscheinend, lassen seltener als sonst eine körnige oder körnig-fädige Zeichnung wahrnehmen, aber auch dann sind noch in einzelnen Zellen Fasern und Stränge wahrzunehmen die sich in die Membran einsenken oder von ihr abtreten, mitunter auch Reihen sehr feiner und meist kurzer Fäden, welche einen Besatz der Innenfläche der Aussenwand bilden.

Durch Kochen der Schnitte in absolutem Alkohol erfahren die Membranen keine Veränderungen ihrer Strukturen; es bleibt sich dabei ganz gleich, ob die Schnitte vor dem Kochen in Aether gelegt worden oder nachträglich noch mit Terpentinöl behandelt worden sind, welches letztere natürlich durch Alkohol wieder ausgezogen werden muss, da es die Schnitte zu durchsichtig macht.

Die körnige, körnig-fädige oder netzförmige Zeichnung der Membranen tritt genau so wie sonst, aber etwas deutlicher vor, da die Schnitte sich aufgehellt haben. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass durch das Kochen mit Alkohol Wachs ausgezogen worden ist, welches in einer mikroskopisch nicht wahrnehmbaren Form in die Membran eingelagert war. Es spricht dafür auch der Umstand, dass Wasser der Blattoberfläche nicht adhärirt und dass sich, wenn auch nur ein einziges Mal unter einer grossen Anzahl von Präparaten, auf der Cuticula von Dracaena cong. in beschränkter Ausdehnung eine Wachsauflagerung fand in Form dicht gestellter, weiss glänzender Körnchen und runder, seltener 3 oder 4 eckiger Körner, wie sie in ähnlicher Weise einen Ueberzug auf den Blättern von Thuja occidentalis bilden, auf denen sie indessen eine beträchtlichere Grösse erreichen.

Gardiner glaubt, dass die Einlagerung von Wachskörnchen in die Membran die Kontouren derselben unbestimmt erscheinen lasse und den Eindruck eines netzförmigen Gefüges mache. Innerhalb der Membranen oder an der Grenze derselben und des Protoplasma finden sich aber gar keine Wachskörnchen und die Aufhellung der Schnitte, welche auch Gardiner wahrgenommen hat, kann überhaupt nicht auf Rechnung der in der Membran sichtbaren Strukturelemente gesetzt werden, da dieselben und ebenso die Verbindungen zwischen Membran und Protoplasma durch das Kochen der Schnitte in Alkohol nicht im Geringsten alterirt werden. Ausserdem rufen distinkte Körnchen, wenn sie scharf eingestellt werden, nie den Eindruck eines netzförmigen Gefüges hervor.

Es kann somit die Thatsache, dass in der früher von mir ausführlich beschriebenen, wechselnden Weise, Zellwand und protoplasmatische Theile miteinander verbunden sind oder stellenweise ganz miteinander verschmelzen, nicht in Zweifel gezogen werden. Wenn es sich nun darum handelt festzustellen, in wie weit etwa die in der Membran sichtbaren Formelemente mit einiger Wahrscheinlichkeit auf protoplasmatische Theile bezogen werden können, deren Zwischensubstanz in Cellulose oder in Kutikularsubstanz umgewandelt worden ist, so ist zunächst ein Anhaltepunkt nur in der Form, der Anordnung sowie im Brechungsvermögen der bezüglichen Theile gegeben. In diesen Beziehungen ist aber die fein und blass körnige, körnig-fädige oder netzförmige Substanz in den Speciallamellen und in der kutikularisirten Schicht, zum Theil auch in der Cuticula selbst, den entsprechenden Bil-

dungen im Protoplasma so ähnlich, dass man sofort an die letzteren erinnert wird. Sieht man nun, wie an Stellen wo die Membran in ihrer ganzen Dicke, bis zur Cuticula, ein blass körnig-fädiges Gefüge besitzt, Fäden wandständiger Plasmaschichten nicht blos an die Membran herantreten, sondern sich in dieselbe einsenken und innerhalb derselben sich in einem feinen, zarten Fadenwerk verlieren dessen Fäden ein ganz gleiches Aussehen und eine gleiche Stärke besitzen, so ist die Vermuthung jedenfalls gerechtfertigt, dass auch die letzteren protoplasmatischer Natur sind und hier die Umwandlung von Protoplasma in Zellmembran vorwiegend oder ausschliesslich durch Einlagerung von Cellulose oder Kutikularsubstanz zwischen die Fäden und Körnchen zu Stande kommt.

In der Cuticula und in der kutikularisirten Schicht sind aber noch Körnchen, Körner, Fasern und Stränge enthalten die einen stärkeren Glanz als ähnlich geformte protoplasmatische Theile besitzen und ausserdem enthält die kutikularisirte Schicht auch ganz homogene Substanz. Ebenso bieten die Speciallamellen sehr häufig ein ganz homogenes Aussehen dar. Ob in diesen Fällen geformte Membrantheile wie ganz homogene Membranschichten protoplasmatische Theile einschliessen, muss natürlich dahingestellt bleiben, da sich darüber irgend welche bestimmte Anhaltepunkte in der entwickelten Membran nicht gewinnen lassen. Möglicher Weise sind sehr feine protoplasmatische Theilchen gleichmässig in der Substanz der Membran vertheilt, oder es sind Protoplasmakörnchen und kurze Fäden derber und glänzender geworden und mit der zwischen ihnen abgeschiedenen Membransubstanz zu homogenen, stärker glänzenden Bildungen verschmolzen.

Gardiner bezieht die von mir in der kutikularisirten Schicht der Aussenwand der Epidermiszellen von Rhododendron pontic. beschriebene feinkörnig-fädige Struktur auf das Vorhandensein kutikularisirter Lamellen, wie sie an Querschnitten durch die Blätter von Ilex aquifolium und bei Flächenansichten in der Aussenwand der Epidermiszellen sichtbar werden und in dem Lehrbuch der Botanik von Sachs beschrieben und abgebildet sind. Die von mir erwähnte fädige Zeichnung ist aber viel feiner und zarter als dass sie mit solchen kutikularisirten Lamellen verwechselt werden könnte, wie schon ein flüchtiger Blick auf die von mir über feinfädige und netzförmige Strukturen in den Membranen gegebenen Abbildungen zeigt. Ausserdem hätte Gardiner gar nicht nöthig gehabt, als Beispiel für das Vorkommen kutikulari-

sirter Lamellen auf Ilex aquifolium zu verweisen, da die Aussenwand der Epidermiszellen von Rhododendr. p. von kutikularisirten Bändern und Strängen durchzogen wird, die sowohl einzeln als bündelweise auftreten, meist homogen sind, mitunter aber eine dichtkörnige Beschaffenheit darbieten. Die feinen, meist kurzen, in ihrer Umgebung befindlichen Fäden scheinen sich vielfach in sie einzusenken. Auch hier treten in den Wandungen der Epidermiszellen die feineren Strukturverhältnisse nach Kochen der Schnitte in absolutem Alkohol in gleicher Weise vor wie vorher.

Aehnliche Beobachtungen über die Beziehungen zwischen Membran und Protoplasma wie an Dracaena und Rhododendron waren von mir auch an den Epidermiszellen von Aloe arborescens und an den Brennhaaren und den einfachen Haaren von Urtica gemacht worden. Die die letzteren betreffenden Beobachtungen sind um so instruktiver, weil der Bau der Membranen ein einfacherer ist und sich hier zeigte, dass die Anlagerung einer neuen Membranlamelle an die bereits vorhandenen in der Weise erfolgt, dass der Innenfläche der letzteren sich eine Netzlamelle oder eine Lage Körnchen anlegten und mit ihr verschmelzen, so dass sie, wenn man den flüssigen Zellinhalt zur Coagulation gebracht hat, sich nicht mit zurückziehen, sondern der Wand anheften. Dabei ragen von den Netzknotenpunkten ausgehende, sehr feine und kurze Fädchen oder Stiftchen frei in den Raum ein, welcher sich durch Retraktion des Plasmaschlauchs gebildet hat. Man kann nun natürlich einwenden, dass hier die Abscheidung von Cellulose zunächst in Form von Netzen oder von einzelnen Körnchen erfolgt sei und dass erst nachträglich die Maschen der Netze und die Zwischenräume zwischen den Körnchen ausgefüllt worden sind, indessen sprechen dagegen die folgenden Beobachtungen. Der Spitzentheil der einfachen Haare ist sehr häufig in einen soliden Kegel umgewandelt, so dass die ursprüngliche Haarlichtung bis zu $\frac{1}{3}$ oder $\frac{2}{3}$ ihrer Länge geschwunden ist. Die mattglänzende Susbstanz des Kegels bleibt ganz unverändert bei der Einwirkung von Reagentien, welche eine Gerinnung des Protoplasma bewirken und ist homogen oder besitzt ein fein körnig-fädiges oder netzförmiges Gefüge mit sehr engen Maschen. Die Körnchen, Fäden und Netze lassen sich von der sie einschliessenden Substanz bald mehr, bald weniger deutlich sondern. An der Grenze zwischen dem Kegel und der Innenfläche der Membran sieht man häufig die feinen und kurzen von der letzteren abtretenden Fäden sich in Netzknotenpunkte der Peripherie des Kegels einsenken. Inner-

halb der Kegel treten sehr häufig Hohlräume in Form länglicher Lücken auf, die bei dem Solidifikationsprocess des Protoplasma ausgespart worden sind und theils nur Körnchen, theils Netze einschliessen die durch Methylgrün und durch Jodtinktur gefärbt werden, während die Substanz des Kegels überhaupt nicht gefärbt wird, auch an den Stellen nicht, wo sie ein netzförmiges Gefüge erkennen lässt. An solchen Stellen nun, wo Netzfäden des in Lücken eingeschlossenen Plasmas sich in Netzknotenpunkte einsenken, die der Substanz des Kegels angehören, besteht eine Continuität der Fadenstruktur, aber die Färbung der Plasmafäden hört da auf, wo sie sich in die Netze des Kegels einsenken. Ebenso tritt auch an der Kegelbasis der Zusammenhang zwischen den Netzen derselben und denen des benachbarten, der Haarlichtung angehörigen Protoplasmas hervor, indem die Protoplasmanetze bald unmittelbar in stärker verdichtete Grundsubstanz der Kegelbasis eingreifen und innerhalb derselben undeutlich werden und schwinden, bald zunächst in eine mattglänzende, schwach brechende Substanz eingebettet sind, innerhalb deren sie noch deutlich unterschieden werden können und erst mit weiterer Dichtigkeitszunahme derselben schwinden. Wollte man annehmen, dass die innerhalb der soliden Substanz des Spitzenkegels noch sichtbaren Netze ursprünglich nicht protoplasmatischer Natur wären, so würde man einen direkten Uebergang protoplasmatischer, färbbarer Netze in ihnen gleiche oder ganz ähnliche statuiren müssen die nicht präformirt und überhaupt nicht protoplasmatischer Natur, sondern nur geformte Abscheidungen aus dem Protoplasma sind.

In Betreff des Vorkommens von Chlorophyllkörpern in den Membranen meint Gardiner, es sei kaum nöthig zu erwähnen, dass nach einer sehr sorgfältigen Untersuchung er in keinem Fall meine Beobachtungen habe bestätigen können.

Ich habe das Verhalten der Membranen bezüglich ihrer Chlorophylleinschlüsse einer erneuten und sehr genauen Prüfung unterzogen und kann auf Grund derselben nur die früheren Befunde bestätigen und ergänzen. Bei Dracaena Draco waren in der Cuticula und in der kutikularisirten Schicht, namentlich in der ersteren, ebenfalls umschriebene, grün gefärbte Stellen vorhanden, indessen habe ich hier die gemachten Befunde nicht weiter verfolgt.

Flächenschnitte können nur an ihren dünnsten Stellen, namentlich entlang der Ränder, zur Untersuchung benutzt werden. In allen Fällen wo ein Chlorophyllkörper in der Membran zu liegen scheint, hat man sich selbstverständlich davon zu überzeugen,

dass die Färbung der Membran keine mitgetheilte ist, dass ihr weder ein Chlorophyllkörper aufliegt, noch ein solcher sich unter ihr befindet. Auch ziemlich tief unter der Membran liegende Chlorophyllkörper sind noch im Stande, derselben eine, wenn auch sehr diffuse, Färbung mitzutheilen. Durchschnitte durch die Membran müssen sehr fein und rein senkrecht zur Blattoberfläche gemacht sein, um die Beziehungen der gefärbten Stellen zu ihren Umgebungen deutlich vortreten zu lassen.

Sowohl in der Cuticula als in der kutikularisirten Schicht finden sich gelbe, gelbgrüne oder grüne Körnchen und Körner und gelbgrün oder grün gefärbte grössere Körper, welche nach ihrer Färbung und zum Theil auch nach der Beschaffenheit ihres Innern den Chlorophyllkörpern gleichen, öfter eine andere Form als dieselben besitzen und zum Theil sie an Grösse beträchtlich übertreffen.

Die Körnchen sind vereinzelt eingestreut oder liegen in Gruppen von 5—10 dicht zusammen und sind in der Cuticula häufig durch ihre grössere Derbheit, stärkeren Glanz und lebhaftere Färbung ausgezeichnet. (Vereinzelt oder in Zügen und Gruppen finden sich innerhalb mancher verdickter Abschnitte der Cuticula braun gefärbte Körnchen).

Die Körner erreichen den doppelten bis 3fachen Durchmesser eines Kernkörperchens der Kerne der Epidermiszellen, sind rund oder oval, mitunter stäbchen- oder semmelförmig, enthalten blasse oder glänzende gefärbte Körnchen oder sind nahezu homogen und dann häufig stärker glänzend. In ihrer Umgebung liegen häufig einzelne gefärbte Körnchen und Fäden. In der Cuticula finden sie sich nicht selten im Innern oder am Rande scholliger, schuppen- oder kegelförmiger, ungefärbter Verdickungen derselben oder in der Umgebung grösserer grün gefärbter Körper.

Die umfangreicheren gefärbten Membranabschnitte zeigen nach ihrer Form, Grösse und Beschaffenheit ziemlich beträchtliche Verschiedenheiten. Die kleineren Verdickungen der Cuticula sind mitunter ganz grün gefärbt, ausgedehntere Verdickungen schliessen nicht selten rundliche oder ovale, gefärbte Körper ein, welche nach Grösse, Form und Farbe ganz den Chlorophyllkörpern gleichen, mitunter sie an Grösse noch beträchtlich übertreffen. Ihr Inneres ist bald mehr, bald weniger deutlich fein- oder derber körnig oder körnig-kurzfädig, enthält häufig einzelne derbere Stränge, ist andere Male fast homogen und in ihrer Umgebung finden sich innerhalb der im Uebrigen nicht oder

nur sehr schwach gefärbten Scholle häufig vereinzelte lebhafter gefärbte Körner, Körnchen und kurze Fäden und Fasern. Aber auch nicht verdickte Abschnitte der Cuticula zeigen hie und da eine gelblich-grüne, umschriebene oder verwaschen auslaufende Färbung. An Querschnitten zeigt die Cuticula häufig spindelförmige, grün gefärbte Auftreibungen die an beiden Enden in den fädigen Kontour der unveränderten oder etwas verdickten aber ungefärbten Cuticula auslaufen oder es haben knotige, stärker prominirende Auftreibungen eine grüne Färbung angenommen. Die Spindelförmigen gefärbten Körper sind nach Aussen meist durch einen glatten, fortlaufenden Kontour begrenzt, während die Begrenzung der Knoten häufig eine unregelmässige ist, indem einzelne gefärbte Körnchen mehr oder weniger weit prominiren. Wenn die Cuticula über grössere Strecken und ziemlich gleichmässig verdickt ist, tritt sie in Form eines bandartigen, körnigen oder körnig-kurzfädigen Streifens vor, der sich mitunter über eine ganze Zellreihe hinzieht und dann häufig an einzelnen Stellen, mitunter in der Ausdehnung des Querdurchmessers einer Zelle oder in noch grösserer Ausdehnung, eine gesättigt grüne Färbung angenommen hat. Die grün gefärbten Abschnitte der Cuticula verändern so wenig als ungefärbte Verdickungen derselben ihre Lage durch Abpinseln des Schnitts oder bei Druck auf das Deckgläschen nach Wasserzusatz zum Präparat. Ausserdem lässt schon der Umstand keinen Zweifel an ihrer Zugehörigkeit zur Cuticula aufkommen, dass sie in ungefärbte Abschnitte der letzteren übergehen oder von solchen umschlossen werden.

Innerhalb der Membran sind gefärbte runde, ovale, streifige oder unregelmässig geformte Abschnitte derselben meist auf die kutikularisirte Schicht beschränkt, betheiligen seltener gleichzeitig die Speciallamellen. Die Färbung ist auch hier bald eine blassere, bald eine gesättigtere gelbgrüne oder grüne und entweder eine umschriebene, so dass der gefärbte Abschnitt den Eindruck eines Chlorophyllkorns macht, das in die Membran eingesprengt ist, wenn er Grösse und Form eines solchen und dabei ein ähnliches körniges oder körnig-fädiges Innere besitzt, oder sie ist eine verwaschene, läuft in die umgebenden, nicht gefärbten Membranabschnitte ganz allmählig aus. Bei Flächenansichten sieht man die gefärbten Körnchen ebenso deutlich wie die ungefärbten der Umgebung vortreten, während beim Wechsel der Einstellung weder unter noch über der Membran gefärbte Theile sichtbar werden.

Die Häufigkeit der gefärbten Membranabschnitte ist eine ziemlich wechselnde; an manchen Schnitten finden sie sich nur ganz vereinzelt oder fehlen ganz, an anderen Schnitten sind sie etwas häufiger und hie und da trifft man ein Paar gefärbte Stellen in demselben Gesichtsfeld.

Auf Zusatz von absolutem Alkohol entfärbten sich die grünen Membranabschnitte wie ein Theil der gelbgrünen rasch, während andere gelbgrüne sowie gelbe Körner sich nicht entfärbten.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1—8. Die successiven Veränderungen von Körner- und von Körnchenzellen bis nach Bildung eines Kerns mit glänzender Hülle und Stroma.

Fig. 1 *a*—*d*. Beim Ausgang der Beobachtung nimmt die Kernanlage der Zelle *a* die rechte Hälfte derselben ein, ist aber nirgends deutlich von der Körnchenschicht abzugrenzen, die mit einzelnen von der Hauptmasse sich ablösenden Körnchenreihen sich in das Innere der Kernanlage hineinerstreckt. In *b* sind unter Formveränderungen der ganzen Zelle die isolirten Körnchenreihen verschwunden, die ganze Körnchenschicht hat eine andere Configuration erhalten und schliesst ein Paar körnchenarme Lichtungen ein. In *c* hat sich die Form der Zelle abermals verändert, die Körnchen sind auseinandergewichen und zwischen denselben traten jetzt einzelne sehr kurze Fäden vor, durch welche sie stellenweise zu Netzen verbunden sind. In *a*, *b* und *c* finden sich entlang der inneren Grenze der Körnchenschicht, im Umfang der Kernanlage, Körnchen eingestreut, welche ein viel blasseres Aussehen besitzen als die der Hauptmasse der Körnchenschicht zugehörigen. In *d* hat sich aus der Kernanlage rasch ein Kern mit glänzender Hülle und Stroma gebildet, während die Körnchen fast sämmtlich geschwunden und die restirenden an die Peripherie der Zelle gerückt sind, die sich nach Bildung des Kerns verkleinert und abgerundet hat.

Fig. 2 *a*—*c*. Die Körnchenschicht umgreift in *a* den grössten Theil des Umfangs der Kernanlage; an der Grenze der letzteren sind in ihrer Substanz blasse und weniger dicht gestellte Körnchen reihen- und gruppenweise eingelagert. In *b* hat sich ein stumpf kegelförmiger Fortsatz entwickelt, die Mächtigkeit der Körnchenzone innerhalb der eingestellten Ebene ist geringer geworden und die

Kernanlage wird jetzt von der Körnchenschicht durch einen blassen, fädigen, mehrfach unterbrochenen Saum abgegrenzt. In *c* hat sich unter raschem Schwinden der Körnchen aus der Kernanlage ein heller Kern mit glänzendem Stroma und Hülle entwickelt, während das Hyaloplasma sich anfänglich beträchtlich ausgebreitet und dann wieder zusammengezogen hat.

Fig. 3 *a—c*. Der linke Umfang der Zelle ist bei *a* und *b* durch eine überliegende Zelle verdeckt. Die Anfangs compakte Körnchenschicht hat sich in *a* bereits in weitmaschige Netze umgebildet bis auf einen kurzen konischen Fortsatz, der durch eine Lücke des blassen Kontours in das Innere der Kernanlage eindringt, in welcher dichtere Theile nur ganz blaſs und verschwommen sichtbar sind. In *b* sind die Körnchen dieses Fortsatzes bis auf 3 dicht zusammenliegende ganz verblasst und kaum noch wahrnehmbar, während die Netze sich zu weitmaschigeren umgebildet haben und die glänzenden Körnchen in den Knotenpunkten zum grossen Theil derber geworden sind. Stromatheile treten innerhalb der Kernanlage zwar noch blass aber doch schon ziemlich deutlich hervor. In *c* hat sich die Kernanlage rasch in einen glänzenden, scharf gezeichneten Kern umgewandelt und die in *b* noch sichtbare Kontourlücke hat sich nach Schwund des durch sie in die Kernanlage eintretenden Fortsatzes der Körnchenschicht zum Theil durch einen derben, mit zackigem Fortsatz nach Innen prominirenden Hüllenkörper geschlossen.

Fig. 4 *a* u. *b*. In *a* zeigt die in eine grössere ovale und in eine kleine rundliche Portion gesonderte Kernanlage eine kranzförmige Einfassung durch eine einfache Schicht kleiner, starkglänzender, zum Theil nicht deutlich von einander gesonderter Körner; bei dem rasch erfolgenden Ein- und Verschmelzen der Körner breitet sich das Protoplasma etwas der Fläche nach aus und gleichzeitig entstehen aus den beiden Kernanlagen 2 jetzt scharf gesonderte vortretende Kerne mit glänzender Hülle und Stromatheilen. Dass an der Bildung der Hülle sich die verschmelzenden Körner unmittelbar betheiligen, ging theils aus der direkten Beobachtung, theils aber aus dem Umstand hervor, dass die Hülle beider Kerne nur so weit derb war, als sie sich an Stelle der Körnerschicht entwickelt hatte, während sie entlang der sich gegenüberliegenden Grenzflächen beider Kerne in Form eines scharf gezeichneten, aber feinen Fadens vortrat.

Fig. 5 *a* u. *b*. In *a* ragen vom oberen Umfang der Körnchenschicht ein Paar stumpfe Fortsätze derselben in das Innere der Kernanlage. In *b* sind die Körnchen etwas auseinandergerückt, zum Theil derber geworden und hängen vielfach untereinander durch feine Fä-

den zusammen; die Kernanlage lässt deutlicher als in *a* in ihrem Innern geformte Theile erkennen und wird stellenweise durch einen fädigen Saum begrenzt, während das Hyaloplasma sich zu einer grossen Zahl zackiger Fortsätze ausgezogen hat. Weitere Veränderungen wurden nicht beobachtet.

Fig. 6*a*, *b* u. *c*. Bei *a* wird die Kernanlage von der Körnchenzone fast vollständig umschlossen, bei *b* zur Hälfte, und gleichzeitig sind die Körnchen auseinander gerückt. Soweit die Kernanlage unmittelbar an das Hyaloplasma grenzt, wird sie von demselben durch einen blassen, fädigen Kontour getrennt, während im Bereiche der Körnchenschicht die Substanz der Kernanlage sich ohne jede Abgrenzung in die Substanz fortsetzt, in welche die Körnchen eingebettet sind. Der Zellumfang hat sich beträchtlich vergrössert und das Hyaloplasma sich zu einer Anzahl zackiger Fortsätze ausgezogen. Einige Minuten später bildet sich unter raschem Einschmelzen der Körnchen ein glänzender Kern (*c*), um den das homogene Hyaloplasma sich zusammenzieht.

Fig. 7*a*, *b* u. *c*. In *a* ist die Kernanlage verhältnissmässig klein und greift mit kurzen, zackigen Fortsätzen in die Zwischenräume zwischen den umgebenden Körnern ein. In *b* hat sich die Kernanlage beträchtlich vergrössert, die Körner sind zum Theil eingeschmolzen oder durch Theilungs- und Abschnürungsvorgänge kleiner geworden und haben sich so verschoben, dass sie nur noch um den rechtseitigen Umfang der Kernanlage angehäuft sind, während dieselbe links durch einen blassen fädigen Kontour von dem unmittelbar angrenzenden hyalinen Protoplasma sich abhebt. Die Zelle hat sich vergrössert und zahlreiche zackige Fortsätze erhalten. In *c* hat sich die Zelle noch mehr vergrössert, von ihrem Umfange rechts sich eine blasse homogene Kugel abgeschnürt, die Mehrzahl der Körner hat sich unter Vakuolenbildung verflüssigt und die Kernanlage sich in einen hellen, glänzenden, scharf gezeichneten Kern umgewandelt.

Fig. 8*a*—*d*. In *a* greift die Kernanlage an ihrem linksseitigen Umfang mit zackigen Fortsätzen zwischen die Körner ein, während ihr Umfang rechts eine körnige Beschaffenheit besitzt. In *b* hat die Zelle ihre Form etwas verändert und die Kernanlage sich beträchtlich vergrössert; sie besitzt jetzt in der ganzen Ausdehnung ihres Umfangs zackige Fortsätze, die zum Theil derber und länger sind als in *a*. Die Körner fangen an auseinander zu rücken. In *c* hat sich der grösste Theil derselben verflüssigt, die übrigen haben sich in unregelmässiger Weise in der sehr beträchtlich vergrösserten Zelle vertheilt, deren überaus zarte Kontouren längs eines Theils des recht-

seitigen Umfangs gar nicht mehr zu erkennen sind. Aus der Kernanlage ist ein scharf gezeichneter Kern mit glänzender Hülle und Stroma entstanden. In *d* ist der Rest der Körner eingeschmolzen, der Kern hat sich abgerundet, die Zelle sich verkleinert und ihre Form verändert, ihre Kontouren sind wieder deutlicher geworden und ihr zum grössten Theil homogenes Innere enthält ausser ein Paar Körnern noch mehr oder weniger dicht gestellte, beim Einschmelzen der Körner zurückgebliebene Körnchen.

Fig. 9. Zelle, deren Kernanlage nur ganz undeutliche blasse Stränge und Knoten enthält und keine ihr zugehörige Hülle besitzt. Von dem Reiserwerk der Fäden des Zellkörpers erscheint die Kernanlage hier nur deshalb scharf gesondert, weil die ersteren nicht frei in ihr Inneres einragen, sondern sich unter einander zu längeren, ihre Oberfläche umspannenden Fäden verbunden haben, zwischen denen Lücken frei bleiben, durch welche die Substanz der Kernanlage unmittelbar übergeht in die hyaline Substanz, in welche die Fäden eingebettet sind. Die die Kernanlage umfassenden fädigen Kontouren gehören demnach gar nicht der letzteren selbst an. Die Maschen des Reiserwerks der Fäden wechselten im Verlauf von $^1/_4$ Stunde ihre Grösse und Form, die Fäden änderten ihre Richtung und Stärke, während ein zum Theil netzförmiges Kerngerüst immer deutlicher und schärfer vortrat. Dagegen kam es hier nicht zur Bildung einer besonderen Kernhülle, sondern zur direkten Verschmelzung von Fäden des Zellkörpers mit Theilen des Kernstromas.

Fig. 10*a*—*e*. Zellen aus einem durch Fettabschluss vor Verdunstung geschützten Präparate, $4^1/_2$ Stunde nach Anfertigung desselben.

a. Körnerzelle, deren Bewegungen und Formveränderungen bald lebhaft, bald langsam ununterbrochen angehalten hatten, bis gegen Ende der Beobachtungszeit die Körner zum grössten Theil miteinander zu einer homogenen Masse verschmolzen, ohne dass es zur Bildung eines Kerns aus der Kernanlage gekommen wäre.

b. Zelle, deren Hyaloplasma nach Schwund der Körner oder Körnchen eine fein granulirte Beschaffenheit erlangt hat, ohne dass aus der fast ganz homogenen Kernanlage sich ein Kern entwickelt hat.

c. Zelle mit homogener Kernanlage, deren Hyaloplasma noch Streifen und Gruppen glänzender Körnchen enthält, aber so blass und durchscheinend geworden ist, dass es sich nur längs des des unteren Zellumfangs begrenzen lässt.

d. Zelle, deren Kernanlage blasse Knoten und Stränge enthält, welche theils das Innere derselben durchziehen, theils ihre Hülle bilden. Die in der Umgebung der Kernanlage befindlichen Streifen und Gruppen von Körnchen sind bei dem Einschmelzen der Körner zurückgeblieben. Kontouren des Hyaloplasma gar nicht wahrnehmbar. An den Zellen *b*, *c* u. *d* traten weder Bewegungen noch Veränderungen ihres Inhalts ein.

e. Kern mit glänzendem Stroma und Hülle, der von einer sehr schmalen Schicht Hyaloplasma umschlossen wird. Während der Beobachtung quillt die letztere plötzlich auf und wölbt sich in Form eines blassen, sich nicht weiter verändernden Buckels vor, dessen Grenze durch die punktirte Linie angedeutet ist. Da die Zelle nur gelegentlich zur Beobachtung kam, blieb es unentschieden, ob sie so wie sie vorlag, schon im frischen Präparat enthalten oder aus Umwandlung einer Körner- oder Körnchenzelle hervorgegangen war.

Fig. 11, 12 und 13. Veränderungen von Zellen nach Zusatz einer 5proc. Lösung von Chlornatrium und dann von Wasser zum Blut.

Fig. 11 *a*—*e*. Die Körnerzelle *a* hat sich in *b*, nach Zusatz der Salzlösung in ein glänzendes, homogenes Gebilde umgewandelt, in welchem einzelne Körner nicht mehr zu unterscheiden sind, in dem aber Hyaloplasma, die aus den verschmolzenen Körnern gebildete Scholle und die Kernanlage noch unterschieden werden können. In *c* beginnende Sonderung der Scholle zu einzelnen sich vakuolisirenden Körnern. Nach Vakuolisirung und Verflüssigung der Körner hat sich die Kernanlage in *d*, theils in Folge ihrer Quellung, theils in Folge ihrer Verschmelzung mit der Substanz der verflüssigten Körner sehr beträchtlich vergrössert und zeigt, bis auf eine Anhäufung körnig fädiger Substanz in ihren centralen Abschnitten, eine vollkommen homogene Beschaffenheit. Am linkseitigen Umfang wird sie von einer sichelförmigen Zone von Körnchen eingefasst, die bei dem Schwund der Körner zurückgeblieben sind und im Bereich dieser Zone hat das Hyaloplasma einen grofsen ovalen Fortsatz vorgetrieben. Nachdem auch diese Körnchenzone geschwunden und mit der Kernanlage verschmolzen war, entstand nach Wasserzusatz das Bild von *e*, inmitten des Hyaloplasma, das sich auch nach rechts hin ausgebreitet hat, tritt an Stelle der Kernanlage ein grosser Kern vor mit verhältnissmässig derber Hülle und radiär nach Innen gerichteten, zum Theil verästelten Fäden und Bälkchen, die in der Hülle wurzeln und eine fein und dichtgranulirte Grundsubstanz durchzie-

hen, in welcher noch einzelne derbere Stromatheile frei eingelagert sind.

Fig. 12 *a*—*d*. Die Körnchenzelle *a* hat sich nach Zusatz der Salzlösung in *b* in ein glänzendes, homogenes, scharf contourirtes Gebilde umgewandelt, in welchem die Körnchen bis auf vereinzelte zu einer glänzenden gelblichen Scholle verschmolzen sind. In *c* ist die Kernanlage beträchtlich gequollen und schliesst in der Mitte ihrer im Übrigen homogenen Substanz eine Anhäufung blasser Körnchen ein: die Scholle hat sich wieder zu einzelnen Körnchen gesondert, die blasser sind und weniger dicht stehen als vor ihrer Verschmelzung. Nachdem der grösste Theil der Körnchenschicht von *c* sich verflüssigt hat und mit der gequollenen Kernanlage verschmolzen ist, das Hyaloplasma lappige Fortsätze vorgetrieben hat, bildet sich auf Wasserzusatz aus der Kernanlage ein sich etwas zusammenziehender Kern von ähnlicher Beschaffenheit wie in *e* Fig. 11.

Fig. 13. Ein einseitig von einer mächtigen Schicht Hyaloplasma umgebener Kern, der sich aus der gequollenen und durch Verschmelzen mit dem Körnerplasma noch vergrösserten Kernanlage entwickelt hat. Das Kerninnere zeigt die gleiche feine und dichte Granulirung und besitzt ein ähnliches Stroma wie die Kerne in *e* u. *d* Fig. 11 u. 12, dagegen besteht hier die Hülle im Durchschnitt aus einer grossen Zahl einzelner Körner und kurzer, stäbchenförmiger Bruchstücke, die durch kleine Lücken von einander getrennt sind und von denen die derberen Stromatheilchen nach Innen ausstrahlen.

Tafel II.

Fig. 14—18. Verschiedene Kernformen zur Erläuterung der wechselnden Beschaffenheit von Stroma und Hülle.

Fig. 14 *a*—*e*. Freie Kerne mit wechselnd derber, glänzender und zum Theil sehr unregelmässig gestalteter Hülle, die bei *b*, *c*, *d* und *e* mit Einbiegungen und ungewöhnlich derben zapfenförmigen Fortsätzen versehen und mit Ausnahme des Kerns *e* durch einzelne Lücken unterbrochen ist. Das Innere der Kerne enthält in wechselnder Zahl und Vertheilung verästelte Fäden, Körner, Körnchen und derbere, zum Theil ausgezackte, knotige und strangförmige Gebilde, welche in *a* und *d* sehr beträchtliche Dimensionen erreicht haben. In *e* ist das Kernlumen durch die mächtige und ungleiche Verdickung der Hülle sehr beträchtlich und ungleich verengt, so dass der Kernraum in 4 ungleich grosse Kammern zerfällt.

Fig. 15 *a*—*h*. Kerne, die zum grössten Theil ein dichtes Stroma und eine zartere, nur partielle Verdickungen aufweisende Hülle besitzen.

a. Sehr unregelmässig kontourirter Kern, dessen Hülle zahlreiche Unterbrechungen besitzt und dessen Inneres neben einem ausgezackten Kernkörperchen ein Reiserwerk von Fäden enthält.

b, *c* u. *d* Kerne, deren Inneres zum grossen Theil von Fadennetzen oder Bruchstücken derselben erfüllt wird, welche mit den runden (in *b* Vakuolen einschliessenden) Kernkörperchen in *b* und *c* und ebenso mit den diesen gleichwerthigen zackigen Knoten und Strängen zusammenhängen, die in *d* eine ungewöhnliche Stärke erreicht haben. Die Kerngrenze wird am unteren Umfang von *b*, am unteren und oberen von *d* nur durch Theile der Netze gebildet, während eine besondere Hülle in Form einzelner wechselnd derber, durch kleine Lücken von einander getrennter Fäden vortritt, an deren Stelle am rechtseitigen Umfang von *c* eine Reihe durch schmale Spalten von einander getrennter Körnchen tritt. Derbere knotige und zackige, in das Kerninnere einspringende Verdickungen besitzt die Kernhülle am oberen Umfang von *b*. Am Umfang von *d* hängen rechts und links an Stelle der Lücken 2 Fäden der Hülle mit Fäden des Kerninnern zusammen, laufen in dieselben, in das Kerninnere einbiegend, frei aus und am unteren Umfang von *c* greift ein Hüllenfaden mit seinen Enden theils über theils unter die Enden der anstossenden Hüllenabschnitte aus, erscheint zwischen dieselben eingeschaltet. Wie mit den Kernkörperchen, den Knoten und Strängen, so hängen die Netze auch überall mit den Theilen der Hülle zusammen.

e und *f* Durchschnittsbilder der oberen Abschnitte von 2 Kernen, deren grösster Durchmesser durch die Schattirung angedeutet ist. Am oberen linken Umfang von *e* und am unteren von *f* fehlt eine besondere Hülle ganz, die Grenze des Kerns wird hier nur durch die Körnchen in seiner Peripherie gebildet. In *e* zwei zackige Kernkörperchen, in *f* ein kleines, kernkörperartiges Gebilde.

g und *h* Durchschnittsbilder von 2 Kernen oberhalb ihrer äquatorialen, durch die Schattirung angedeuteten Ebene. Die Hülle von *g* zeigt mehrere Lücken und entsendet zackige Fortsätze in das Kerninnere, welches einzelne spindelförmige Stränge und kleinere Knoten aufweist. In *h* läuft die Hülle am oberen linken Umfang in eine Körnchenreihe aus und hängt überall mit den Netzen des Kerninnern zusammen, welche eine Anzahl Kernkörperchen einschliessen.

Fig. 16. *a* u. *b* derselbe Kern in der Ebene seines äquatorialen Durchmessers und in der Ebene seines oberen Abschnitts. Bei

a zeigt die mit zackigen Fortsätzen versehene Hülle am oberen Umfang ein Paar Unterbrechungen, während im Bereich der Lücke am unteren Umfang sich die Hüllenfäden übereinander schieben. Im Kerninnern knotige und strangförmige, mit zackigen und längeren fädigen Fortsätzen versehene Gebilde. Bei *b* zeigt die Hülle mehrere Unterbrechungen und wird am rechtseitigen Umfang durch eine Körnchenreihe ersetzt.

Fig. 17, *a*, *b* u. *c* 3 übereinanderliegende Durchschnittsbilder desselben Kerns, die mit der Änderung seiner Form auch einen Wechsel in der Beschaffenheit der Hülle und der Theile des Stroma zeigen. Die Hülle ist bei *a* mehrfach unterbrochen und wird am oberen Umfang durch einen feinen Faden gebildet, das Innere enthält derbere Knoten und Stränge und verästelte Fäden. In *b* und *c* zeigt die Hülle zahlreiche Lücken von wechselnder Weite und verschmälert sich am oberen Umfang von *b* zu einem feinen Faden. Die derberen Stromatheile werden vorwiegend durch fädige, mit spindelförmigen Verdickungen besetzte Stränge gebildet.

Fig. 18*a*—*d* successive Durchschnittsbilder desselben Kerns. Bei *a* verschmälert sich die Hülle am oberen Umfang zu einem feinen Faden; bei *b* treten 2 kleinere Lücken in der Hülle in der Mitte des Umfangs rechts und links auf, eine grössere am oberen Umfang, ausserdem eine schmale Netzschicht entlang des rechtseitigen Umfangs; bei *c* findet sich eine Netzschicht am unteren Umfang, am linksseitigen oberen und theilweise auch am rechtsseitigen Umfang wird die Hülle durch Körnchenreihen ersetzt; bei *d* ist das Bild wieder ganz verändert, die Hülle wird am unteren Umfang sehr zart, fehlt aber ganz und entsendet vom rechtsseitigen Umfang lange, verästelte Fortsätze in das Kerninnere.

Fig. 19*a*—*e* abgestorbene Zellen aus dem Blute eines seit 3 Tagen todten Krebses.

Bei *a*, *b* und *c* dichte Granulirung, bei *d* und *e* beginnende körnige Trübung des Hyaloplasma, *a* und *e* besitzen eine verhältnissmässig derbe, hie und da durch Lücken unterbrochene Hülle.

Fig. 20*a*—*e* durch Essigsäure veränderte Zellen.

Die Zellen *b*, *c* und *d* bieten das gewöhnliche Bild der nach Einwirkung der Essigsäure eintretenden Veränderungen. In den mittleren Abschnitten der Zellen bilden die dicht zusammengedrängten Körnchen, knotige Gebilde, und meist kurze, zum Theil bogenförmige Fäden den Kern, welcher ohne alle scharfe Grenze in das Körnerplasma übergeht. In dem letzteren sind Körnchen wechselnd dicht, am dichtesten in der Umgebung des Kerns eingelagert, bei *d* auch

einzelne nicht eingeschmolzene Körner, ausserdem wird das Körnerplasma durchzogen von radiär nach Innen und concentrisch zur Peripherie verlaufenden, durch ihre Verbindungen ein Gitterwerk darstellenden Fäden. In der peripheren, den ursprünglichen Körnerhaufen einschliessenden Schicht Hyaloplasmas sind Körnchen nur vereinzelt eingelagert.

In der Zelle *a* waren schon vor der Säurewirkung einzelne derbere Stromatheile in der Kernanlage sichtbar, die nach der ersteren schärfer vortraten, während zwischen ihnen auch hier das Kerninnere dichtkörnig geworden ist. Im Körnerplasma hatte sich ein Fadengitter nicht entwickelt, statt dessen sich reiserförmig verzweigte Fäden differenzirt, neben denen noch ein Paar unveränderte Körner vortreten.

e^1 Körnchenzelle vor, e^2 dieselbe nach Einwirkung der Säure. Aus der Kernanlage von e^1 sind unter Einwirkung der Säure hier eine grössere Zahl derber, zackiger Knoten entstanden, so dass das entstandene Gebilde hier ein ähnliches Aussehen erlangt hat wie Kerne, die sich spontan entwickelt haben.

Fig. 21 *a* u. *b* 2 durch Zusatz von Alkohol absolutus zum Blut veränderte Körnerzellen.

Das Aussehen des Kerns in *a* ist ähnlich wie nach spontaner Differenzirung eines Stromas aus der Kernanlage, während der Kern von *b* zum Theil körnig, zum Theil homogen und stark glänzend ist. Die homogenen glänzenden Massen, zu welchen die Körner verschmolzen waren, haben sich zu blassen, ziemlich dicht gestellten Körnchen differenzirt, die in der Peripherie zur Bildung einer mehr oder weniger derben und continuirlichen Hülle verschmolzen sind. Das Hyaloplasma ist bei *a* homogen, bei *b* sehr zart granulirt und hat eine zartere Hülle als das Körnerplasma erhalten.

Fig. 22—28 Zellen vor und nach Einwirkung inducirter Ströme.

Fig. 22*a*. Zelle mit blasser, feinkörnig-fädiger, von der umgebenden Netzschicht nirgends scharf abgegrenzter Kernanlage. Auf Einleiten der Ströme entsteht innerhalb weniger Sekunden ein scharf abgegrenzter Kern mit glänzender derber Hülle und Stroma, während das Hyaloplasma sich so beträchtlich ausgebreitet hat und so durchscheinend geworden ist, dass es sich nicht mehr begrenzen lässt (*b*). Auf der Lithographie ist das Hyaloplasma durch einen fädigen Kontour begrenzt, der nicht vorhanden war. Die Netzschicht ist im Hyaloplasma eingeschmolzen und nur ein schmaler Körnchenstreif zurückgeblieben. Die feinen und blassen Fäden und Körnchen,

welche in der Kernanlage bei *a* vorhanden waren, sind mit Bildung des Kernstromas verschwunden.

Fig. 23 *a*. Blasse gleichmässig körnig-fädige Zelle ohne Kernanlage und ohne besondere Hyaloplasmaschicht. Im Verlaufe einiger Sekunden erhält nach momentaner Einwirkung der Ströme die Zelle unter Aenderung ihrer Form die in *b* abgebildete Beschaffenheit. Im Zellkörper treten Körnchen und ein Reiserwerk von Fäden schärfer hervor und schliessen einen neugebildeten Kern mit glänzender Hülle und spärlichen glänzenden Stromatheilen ein. Im Bereiche der Lücke im oberen linksseitigen Umfang des Kerns findet sich eine der Hülle zugehörige, aber von ihr getrennte und in das Kerninnere eingerückte Faser.

Fig. 24 *a*. Zelle, deren undeutlich granulirte Kernanlage zum Theil von einer Körnchen-, zum Theil von einer Netzschicht umschlossen wird. Nach Einleiten der Ströme schwindet die Netzschicht und die Körnchen ordnen sich zu streifigen, vom oberen Kernumfang ausgehenden Zügen an, während das Hyaloplasma sich so ausgebreitet hat und so durchscheinend geworden ist, dass die Zellgrenzen nicht mehr zu bestimmen sind (*b*). Die Hülle des Kernes besitzt eine sehr wechselnde Stärke, sein helles Innere schliesst vorwiegend feinere, aber deutlich vortretende Körnchen und Fäden ein, während die blasse Granulirung der Kernanlage von *a* ganz geschwunden ist.

Fig. 25 *a*. Körnchenzelle vor, *b* nach Einwirkung der Ströme. Der Kern in *b* übertrifft die Kernanlage von *a* an Grösse und wird theilweise noch von einer Körnchenschicht umgeben. Längs des oberen Umfangs des Kerns hat sich das Hyaloplasma beträchtlich ausgedehnt und ist hier nicht mehr deutlich zu begrenzen.

Fig. 26 *a*. Blasskörnig-fädige Zelle ohne Kernanlage. Unmittelbar nach Einleiten der Ströme entsteht ein glänzender Kern mit derber, vielfach unterbrochener Hülle und derben Stromatheilen, der von einer Körnchenzone und von einer in 2 lappige Fortsätze auslaufenden Hyaloplasmaschicht umgeben wird (*b*).

Fig. 27 *a*. Zelle, die ganz aus einem Reiserwerk blasser verzweigter Fäden ohne Kernanlage besteht. In *b*, nach Einwirkung der Ströme, hat sich im Bereiche des linksseitigen Umfangs des neugebildeten Kerns das Hyaloplasma beträchtlich ausgedehnt und ist so durchscheinend geworden, dass es sich nicht mehr begrenzen lässt. Der Kern zeigt eine ähnliche Beschaffenheit wie in Fig. 23*b*.

Fig. 28. Die den oberen Umfang der Kernanlage in *a* umrahmenden Körnchen verändern nach Einwirkung sehr schwacher

Ströme erst ihre Anordnung, gruppiren sich dichter zusammen, sondern sich dann wieder zu zusammenhängenden, kleine Lücken einschliessenden Reihen (*b*) und verblassen und verschwinden schliesslich bis auf eine schmale Zone (*c*). Auf erneutes Einleiten der Ströme schwindet die letztere und es entsteht unter Grössenzunahme und Formveränderung der Zelle rasch ein glänzender Kern (*d*).

Fig. 29. Durch die Ströme umgebildete Körnerzelle. Im Bereiche der den Kern theilweise umschliessenden Körnchenzone sind die Grenzen des ganz durchscheinend gewordenen Hyaloplasmas nicht mehr zu bestimmen. Nach Bildung des Kerns hat das letztere 3 keulenförmige Fortsätze vorgetrieben, die erst ihre Form und Länge rasch und wiederholt ändern, dann sich verkürzen, verdicken und schliesslich miteinander verschmelzen.

Fig. 30. Durch die Ströme umgebildete Körnerzelle. Eine Anzahl Körner ist unverändert zurückgeblieben, die Mehrzahl hat sich nicht vollständig, sondern unter Hinterlassung von glänzenden, um den neugebildeten Kern angehäuften Körnchen verflüssigt. Nach Bildung des Kerns werden 2 lange kegelförmige Fortsätze in rascher Folge nach Art klonischer Contraktionen vorgestossen und wieder zurückgezogen und gleichzeitig schnürt sich von denselben eine Anzahl blasser Kugeln ab.

Tafel III.

Fig. 31—33. Veränderungen, welche sich an den unter dem Einfluss der Ströme umgebildeten Zellen im Verlaufe von 5 Stunden nach Einleiten derselben entwickelt haben.

Fig. 31. Blasser, nach Einwirkung der Ströme glänzend gewordener Kern, um welchen sich das Hyaloplasma zu einer dicht anliegenden Hülle zusammengezogen hat. Nach $4\frac{1}{2}$ Stunde quillt die letztere plötzlich zu 2 blassen, homogenen, buckelförmigen Wülsten auf, deren Grenze durch die nicht ausgezogenen Linien angedeutet wird und die sich nicht weiter verändern.

Fig. 32. Durch die Ströme umgebildete Körnchenzelle mit ziemlich dicht und fein granulirter, den Kern unvollkommen umschliessender Plasmaschicht. Am rechten Zellumfang tritt bald nach Bildung des Kerns ein blasser, homogener Plasmatropfen vor, der sich im Verlaufe einer Stunde so sehr vergrössert und ausbreitet, dass er den ganzen unteren Zellabschnitt umschliesst und dessen Grenze durch die unterste der unterbrochenen Linien angegeben ist.

Im Verlaufe von 2 weiteren Stunden zieht sich die blasse vorgetretene Masse erst bis auf die mittlere und schliesslich bis auf die innere, das granulirte Plasma unmittelbar begrenzende unterbrochene Linie zusammen.

Fig. 33 *a*. Durch die Ströme umgebildete Körnerzelle, deren zackige Fortsätze nicht eingezogen worden sind. Vom rechtsseitigen Zellumfang wölbt sich bald nach Bildung des Kerns aus der Kernanlage ein blasser kugliger Wulst homogenen Plasmas vor, der sich im Verlaufe einer Stunde zu einem sehr voluminösen Anhang der Zelle entwickelt und dann rasch bis auf die unterbrochene Linie wieder zusammenzieht. Im Verlaufe von 4 weiteren Stunden verkleinert sich die Zelle sehr beträchtlich und bietet dann das in *b* wiedergegebene Aussehen dar. Der Kern ist fast ganz homogen geworden und lässt nur ein centrales kleines Korn unterscheiden. Die Körnchen in seiner Umgebung sind gleichmässiger dicht gestellt und einzelne derber geworden.

Fig. 34 und 35 farbige, Fig. 36—38 farblose, durch inducirte Ströme veränderte Blutzellen von Salamandra maculata.

Fig. 34 *a*. Farbige Zelle mit zartem netzförmigen Kernstroma. Während der Beobachtung, eine Stunde nach Anfertigung des Präparats, verkleinert sich der Zellumfang sehr beträchtlich, das Protoplasma bildet nur noch eine schmale Schicht um den Kern von überall gleichem Durchmesser, und gleichzeitig hat der Kern eine glänzende, mehrfach unterbrochene, mit zackigen Fortsätzen versehene Hülle erhalten, während in seinem Innern unter Schwinden des blassen Stroma sich eine Anzahl zackiger, glänzender Körper (Kernkörperchen) entwickelt haben (*b*).

Fig. 35. Farbige, aus der ovalen in die Spindelform übergegangene Zelle. Während der Längs- und Dickendurchmesser der Zelle sich verkürzt, entsteht um den mit deutlich netzförmigem Stroma versehenen Kern ein schmaler heller Spaltraum, der in dem Maasse deutlicher vortritt, als das Protoplasma entlang seiner Grenze sich zu Körnchen oder zu einem (im Durchschnitt) fädigen Saum verdichtet. Gleichzeitig nimmt die Menge der Fäden und Knotenpunkte im untern Kernabschnitt zu. Nach Bildung des Spaltraums erfolgt keine weitere Grössenabnahme der Zelle.

Fig. 36. Farblose Zelle, die sich unter dem Einfluss der Ströme sehr beträchtlich verändert hat. Während die periphere Schicht des Protoplasmas, das in seiner ganzen Ausdehnung geformte Elemente nur undeutlich erkennen liess, sich zu einer homogenen glänzenden

Hülle verdichtet hat, haben sich im Innern der Zelle engmaschige Netze und 2 Kerne gebildet, welche einzelne Kernkörperchen, ein Paar Körnchen und Fäden einschliessen. Nachträglich haben sich die Netze zusammengezogen und von der Hülle gelöst, so dass der Zellinhalt nur da, wo die Kerne liegen, nicht durch einen Spaltraum von der Hülle getrennt ist.

Fig. 37 *a*. Farblose Zelle, die fast ganz aus sehr blassen, einzelne ausgezackte Kernkörper und Stränge einschliessenden Netzen besteht, die nur von einer sehr schmalen Zone schärfer vortretender Körnchen und Fäden umrahmt werden. Während 3 Minuten lang fortgesetzter Einwirkung der Ströme wurde die periphere, deutlich körnig-fädige Schicht homogen und nur am unteren Umfang differenzirten sich nachträglich aus derselben wieder Körnchen. Gleichzeitig bildet sich unter allmähliger Aufhellung des Zellinnern und unter Schwinden der blassen Netze ein Kern (*b*). Entlang der inneren Grenze der peripheren hyalinen Schicht entsteht allmählig eine zunehmend derber, glänzender werdende und schärfer vortretende Kernhülle, und von der Mitte des oberen und unteren Umfangs derselben entwickelt sich je ein mächtiger, zapfenartig in das Kerninnere einragender Fortsatz. Derselbe verschmilzt mit dem entsprechenden oberen und unteren Umfang eines mittlerweile gebildeten derben Kernkörperchens, das nach rechts und links zackige Fortsätze entsendet. Es wird auf diese Weise eine sehr derbe Scheidewand gebildet, durch welche der Kern in 2 nahezu gleich grosse Abschnitte zerfällt. Derbere und feinere Körnchen sind nur sparsam in das sonst homogene Kerninnere eingestreut.

Fig. 38. Farblose Zelle, die vor Einleiten der Ströme 3 blasse Kerne erkennen liess. Dieselben werden unmittelbar nach momentaner Einwirkung der Ströme glänzend und scharf kontourirt und verschmelzen dann zu einem einzigen gelappten 3fächerigen Kern.

Fig. 39—42. Flimmerzellen von der Rachenschleimhaut des Frosches vor und nach Einwirkung der Ströme.

Fig. 39. Der Kern ist bei *a* nur im Bereiche seines linkseitigen Umfangs durch eine im Durchschnitt fädige Hülle vom Protoplasma abgegrenzt, in seiner übrigen Ausdehnung geht seine sehr blass- und feinkörnige periphere Zone ohne alle deutliche Abgrenzung in das umgebende, deutlicher körnige Protoplasma über. Unter Einwirkung der Ströme verlängert sich erst der fädige Kernkontour, dann schnürt sich der verlängerte Abschnitt wieder ab und sondert sich zu einzelnen Körnchen, während der restirende Faden sich mit den beiden Enden etwas nach dem Kernkörperchen zu einbiegt. Der

Kernkontour vervollständigt sich dann zu einem unregelmässigen Oval durch reihenweise Anhäufung dicht gestellter Körnchen, die links zu einem Faden verschmelzen, an dessen Stelle beim Wechsel der Einstellung wieder eine Körnchenreihe sichtbar wird (*b*). Die in *a* blassen Körnchen des Protoplasma sind in *b* deutlicher geworden.

Fig. 40. Der Kern ist heller als das Protoplasma, weniger deutlich granulirt und in der Umgebung des Kernkörperchens ganz homogen. An seinem Umfang links fehlt ein fädiger Kontour und im Bereiche der Lücke geht sein sehr blasskörniger Inhalt ohne alle scharfe Grenze in das deutlicher granulirte Protoplasma über. Während der Einwirkung der Ströme verändert sich die Form des Kerns im Ganzen; seine Hülle erhält an ihrem unteren Umfang links eine kleine schleifenförmige Ausbiegung und von derselben ausgehend bildet sich ein Faden, der, das Kerninnere schräg durchsetzend, mit dem gegenüberliegenden Theil der Hülle verschmilzt. Dann schliesst sich die Lücke am linkseitigen Kernumfang durch eine Reihe dicht aneinander gedrängter Körnchen, die miteinander zur Bildung eines Fadens verschmelzen (*b*). Beim Wechsel der Einstellung verschwindet derselbe und an seiner Stelle tritt wieder eine Körnchenreihe vor.

Fig. 41. 2 Zellen, in denen vor Einleiten der Ströme die Kerne nur im Bereiche ihres unteren Umfangs fädig begrenzt waren, während am oberen Umfang derselben die sehr blass und fein granulirte Kernsubstanz allmählig in das derber und deutlicher granulirte Protaplasma überging. Unter dem Einfluss der Ströme bildete sich auch hier eine fädige oder, wie an der Zelle rechts, eine theils körnige, theils fädige Begrenzung des oberen Kernumfangs aus.

Fig. 42. Die Zelle *a* besitzt keinen Kern in der gewöhnlichen Bedeutung des Worts, sondern nur ein von einem Hof homogener Substanz umgebenes Kernkörperchen, in dessen Nähe sich eine birnförmige Vakuole befindet. Das Protoplasma ist nicht gleichmässig dicht körnig, sondern enthält eine Anzahl lichterer, körnchenarmer Stellen, die aber keine besondere Hülle, wie die Vakuolen, besitzen. Während der Einwirkung der Ströme wird das Protoplasma deutlicher körnig, z. Thl. auch körnig fädig und gleichzeitig bildet sich ein biskuitförmiges kernartiges Gebilde, indem die homogene Schicht in der Umgebung des Kernkörperchens einseitig an Ausdehnung gewinnt und eine Begrenzung durch dicht gestellte, scharf vortretende Körnchen erhält (*b*). Nach Unterbrechung der Ströme zieht sich das Protoplasma von der strukturlosen Hülle zurück, die sich während des Durchtretens der Ströme gebildet hatte.

Fig. 43—48. Köpfchen der Drüsenhaare von **Pelargonium zonale** mit verschieden beschaffenem Inhalt.

Fig. 43. Der in der Mitte des Köpfchens befindliche Kern schliesst ein excentrisch gelegenes Korn (Kernkörperchen) ein und wird von einer doppelten bis 3fachen Reihe von Körnern umgeben, zwischen denen Körnchen und feine und kurze Fäden eingelagert sind. Die zwischen Körnerhaufen und Membran befindliche protoplasmatische Flüssigkeit enthält ebenfalls vereinzelte Körnchen.

Fig. 44. Der Kern mit dem eingelagerten Korn wird von einer Schicht netzförmigen, wenige und kleine Körner einschliessenden Protoplasmas umgeben, während im übrigen der Binnenraum des Köpfchens kleine Körner, Körnchen und reiserartig verästelte feine Fäden einschliesst. Am oberen Umfang des Köpfchens beginnt die Membran sich fädig und körnig zu differenziren.

Fig. 45. Der kornhaltige Kern wird von einer Schicht theils deutlich netzförmigen, theils körnig-fädigen Protoplasmas umgeben, von welcher derbere, verästelte Fäden entspringen, welche zur Wand des Köpfchens ziehen und hier und da untereinander anastomosiren.

Fig. 46. Die periphere Schicht des Köpfchens wird eingenommen von einer zusammenhängenden Schicht netzförmigen Protoplasmas und von Körnern und Körnchen, welche in die Maschen der Netze eingelagert sind. Einzelne verzweigte Fadenreiser ragen frei in die von homogenem Plasma erfüllten centralen Partien des Köpfchens.

Fig. 47. Das Innere des Köpfchens wird durchsetzt von einem relativ derben, fädigen, einzelne derbere verzweigte Knotenpunkte bildenden und rundliche, ovale oder polygonale Maschen umschliessenden Gerüst.

Fig. 48. Das ganze Innere des Köpfchens wird eingenommen theils von mannichfach geformten Körnern, theils von strang-, band- oder stäbchenartigen Gebilden, die gerade oder bogenförmig verlaufen, sich hie und da theilen oder buckelförmige Auftreibungen zeigen und untereinander wie mit den Körnern durch feine Fäden zusammenhängen, welche, wie vereinzelte Körnchen, in den hellen Zwischenräumen vortreten.

Fig. 49. Kern mit 2 grösseren und 2 kleineren Vakuolen. Die linke Hälfte des Kernumfangs wird durch einen zarten, fädigen Saum begrenzt, der von den umliegenden Körnern durch eine schmale helle Spalte getrennt wird. Nach rechts geht der Kern allmählig und ohne Grenze in die ihn hier umgebende, undeutlich granulirte Masse über.

Fig. 50—61. Verschiedene Formen der Körner, Form und Grössenveränderungen derselben wie der stab- und strangförmigen Gebilde, Theilungsvorgänge und Verschmelzungen, Differenzirungen grösserer Protoplasmaschichten zu Netzen.

Fig. 50. 2 Körner, von denen das grössere eine Vakuole enthält und an seinem rechtseitigen Umfang in eine Anzahl zackiger Fortsätze ausläuft.

Fig. 51 *a*. Derber Körper von der Form eines Doppelhakens, von 3 derben Körnern umgeben; *b* in mehrere Fortsätze auslaufender Körper, der eine kleine, von einem dunklen Hof umgebene Vakuole einschliesst; *c* grösserer, unregelmässig gestalteter, in mehrere stumpfe Fortsätze auslaufender Körper mit 4 Vakuolen, die je ein blasses Korn enthalten, das von der Vakuolenwand durch einen schmalen, hellen Spaltraum getrennt wird.

Fig. 52 *a*—*n* successive, an einem Korn und einem zweiten aus seiner Theilung hervorgegangenen im Verlaufe einer Viertelstunde ablaufende Form- und Grössenveränderungen. Nach Entwicklung einer kleinen Vakuole in *e* und *f* kommt es bei *g* zur Einschnürung und bei *h* hat sich die Theilung vollzogen. *i*—*n* die weiteren Veränderungen des oberen der beiden aus der Theilung hervorgegangenen Körner, das sich rasch vergrössert und bei *n* mehrere kurze und feine dornenartige Fortsätze entsendet.

Fig. 53 *a*—*d* die successiven, im Verlaufe einer Viertelstunde ablaufenden Veränderungen dreier Körner. Das birnförmige Korn in *a* hat in *b* eine 4strahlige Gestalt angenommen, ist bei *c* unregelmässig polygonal geworden und enthält, wie auch das obere Korn, 2 kleine Vakuolen. Das untere Korn hat sich beträchtlich vergrössert, einen stumpf kegelförmigen Fortsatz erhalten und über seine Oberfläche läuft eine helle Leiste schräg hinweg. Bei *d* sind alle 3 Körner rund und kleiner geworden und die Vakuolen wieder geschwunden.

Fig. 54 *a*—*h* die an 3 benachbarten Körnern im Verlaufe $\frac{1}{2}$ Stunde eintretenden Veränderungen. Die beiden grösseren Körner zeigen bis *f* keinen sehr erheblichen Wechsel ihrer Form, während das kleine, eine Vakuole einschliessende Korn sich erst theilt (*b*) und seine Theilstücke dann wieder zu einem einzigen Korn verschmelzen (*c*), welches 2 Vakuolen einschliesst und bei *d* unter Grössenzunahme und nach Schwinden der Vakuolen zackige Fortsätze erhält. Bei *e* hat es eine biskuitförmige Gestalt angenommen, bei *f* sich wieder getheilt und zwischen die beiden Theilstücke sich ein stielförmiger Fortsatz des unteren der beiden anderen grösseren Körner einge-

schoben. Bei *g* ist dieser Fortsatz geschwunden, dagegen hat sich ein anderer hakenförmiger, nach abwärts gerichteter entwickelt, der mit seinem weiteren Wachsthum das untere der beiden kleineren Körner umschliesst und mit einem benachbarten Korn verschmilzt (*h*). Ausserdem haben sich die beiden grösseren Körner durch einen kurzen Fortsatz verbunden, so dass das Bild von *g* nicht wieder zu erkennen ist.

Fig. 55. Die bandartige Faser *a* bekommt bei *b* eine Einbiegung, bei *c* hat sich ein kurzes Stück von ihr abgeschnürt und schräg zu dem verdickten Faserende gestellt, bei *d* dasselbe sich in 2 Körner getheilt, die bei *e* wieder miteinander und mit der Faser verschmolzen sind.

Fig. 56. Die hakenförmig gebogene Faser *a* theilt sich in der Mitte, und an der Theilungsstelle entwickelt sich ein Korn (*b*).

Fig. 57 *a*—*d*. Bei *b* hat sich der rechtseitige Fortsatz am oberen Ende der Faser *a* abgeschnürt und in ein Korn umgewandelt; dasselbe ist bei *c* wieder mit dem linksseitigen Fortsatz zur Bildung einer bogenförmigen Faser verschmolzen, von welcher sich der abwärts gerichtete stielförmige Theil der alten Faser abgeschnürt, dann verkürzt und verdickt und darauf an seinem oberen Ende 2 stumpfe Fortsätze vorgetrieben hat. Bei *d* sind neu entstandene Fäden mit dem Stiel in Verbindung getreten, so dass derselbe jetzt an Bildung eines Septums betheiligt ist, das eine quadratische Masche einschliesst.

Fig. 58. Successive Veränderungen des oberen pyramidalen und unteren sichelförmigen Körpers von *a*. Der letztere nimmt zuerst eine unregelmässig 4eckige, dann in *c* und *d* eine birnförmige Gestalt an und der erstere differenzirt sich zu einzelnen kurzen Fäden und zu einem kleinen unregelmässig gestalteten Korn, das sich in *c* abgerundet hat, während aus den Fäden 2 kleine runde Körner entstanden sind. Die beiden unteren der 3 kleinen Körner sind in *d* zu einem schräg gestellten, kurzen, an dem einen Ende verdickten Stäbchen verschmolzen.

Fig. 59 *a*—*d*. Bei *a* ein fädiger, einer dickeren Faser aufsitzender und ein kleines Korn einschliessender Ring, der bei *b* sich nach oben und unten geöffnet und am Umfang rechts sich zu einem Korn und zu einer kurzen Faser differenzirt hat. Bei *c* hat sich die linke Hälfte des Rings zu 2 rechtwinklig gebogenen Fasern gesondert, während das Korn rechts sich vergrössert, die unter ihm befindliche Faser sich verkürzt, abgeschnürt und in ein kleineres Korn umgewandelt hat. Bei *d* ist von der ursprünglichen Anord-

nung der Theile gar nichts mehr zu erkennen, da das centrale Korn sich getheilt hat und aus den Resten des Fadenrings sich 2 derbere, in je einen Fortsatz auslaufende Körner entwickelt haben, die ein bogenförmiges Fadenstück mit knopfförmigen Enden zwischen sich fassen.

Fig. 60 *a* u. *b*. Grösserer protoplasmatischer, 2 Vakuolen einschliessender Körper, der seine Form ändert, während sich in ihm 3 weitere Vakuolen entwickeln.

Fig. 61 *a*—*d*. Successive Veränderungen des verzweigten, eine Vakuole einschliessenden Körpers *a*. In *b* hat sich derselbe zu zierlichen Netzen mit einzelnen sehr weiten Maschen differenzirt, ist in *c* unter Veränderung seiner Form wieder homogen geworden und enthält längs seiner ausgezackten Ränder 4 Vakuolen von verschiedener Grösse. In *d* hat seine Masse durch Verschmelzen mit benachbarten Körnern sehr beträchtlich zugenommen, und quer durch dieselbe erstreckt sich eine nach den Rändern zu sich verbreiternde, in der Mitte von 2 Vakuolen eingefasste Netzschicht, deren Maschen gleichmässig weit und enger sind als in *b*.

Inhaltsübersicht.

Erster Abschnitt.

Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen thierischer Zellen.

Zweiter Abschnitt.

Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen pflanzlicher Zellen.

Pflanzenphysiologische Untersuchungen

über

Fermentbildung und fermentative Processe.

Von

Prof. Dr. W. Detmer.

Vorbemerkungen.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass nicht allein im thierischen, sondern ebenso im vegetabilischen Organismus eine ganze Reihe fermentativer Processe zur Geltung kommen können. Wenn die Glyceride in freie Fettsäuren und Glycerin, und die Glycoside in Zuckerarten sowie anderweitige Körper zerfallen, oder wenn die Eiweissstoffe in den Pflanzenzellen peptonisirt werden, so sind bestimmte Fermente in allen diesen Fällen als diejenigen Körper anzusehen, durch deren eigenthümliches Verhalten das Zustandekommen der erwähnten Processe ermöglicht wird. Verhältnissmässig am genauesten untersucht ist aber ein weiterer fermentativer Vorgang, der sich in den Pflanzenzellen abspielt, nämlich die Stärkeumbildung durch Diastase. Dieser Process beansprucht vom pflanzenphysiologischen Standpunkte aus in der That ein ganz hervorragendes Interesse, denn die Beantwortung der Frage, auf welche Weise die Auflösung der in den Chlorophyllkörpern sowie den Stärkebildnern erzeugten Amylumkörner zu Stande kommt, und welche Producte bei dieser Auflösung entstehen, ist für die Theorie des gesammten Stoffwechsels in der Pflanze von hervorragender Bedeutung.

In neuerer Zeit haben unsere Kenntnisse über die stärkeumbildenden Fermente nach verschiedenen Richtungen hin wesentliche Erweiterungen erfahren. Einmal ist nämlich constatirt worden, dass das Vorkommen der Diastase sich nicht auf wenige Keimpflanzen (Keimpflanzen von Hordeum und Triticum) beschränkt, sondern dass stärkeumbildende Fermente, allerdings in sehr variabelen Mengen, in den verschiedensten Pflanzentheilen und Pflanzen angetroffen werden [1]). Abgesehen von dem Nachweis des ganz

---

[1]) Es ist hier namentlich auf die Untersuchungen von Gorup-

allgemeinen Vorkommens der Diastase in den Pflanzenzellen ist weiter die Thatsache von besonderem Interesse, dass das Ferment nicht allein im Stande ist, umbildend auf Stärkekleister, sondern ebenso auf die unversehrten Amylumkörner in den Zellen einzuwirken. Ferner ist neuerdings, zumal von Brown und Heron, der Chemismus des Processes der Amylumumbildung durch Diastase sehr genau studirt worden, und endlich hat Nägeli eine Hypothese über das Wesen des in Rede stehenden fermentativen Vorgangs aufgestellt, die, wie mir scheint, als sehr beachtenswerth bezeichnet werden muss.

Weniger genau sind wir über die Bedingungen, welche eine Bedeutung für die Entstehung sowie die Wirkung der Diastase besitzen, unterrichtet, und ich habe den bezüglichen Verhältnissen daher seit längerer Zeit meine besondere Aufmerksamkeit zugewendet [1]). Im Verlaufe meiner Beobachtungen hat sich mehr und mehr herausgestellt, dass das Studium dieser Bedingungen ein grosses pflanzenphysiologisches Interesse beansprucht, denn die Ergebnisse meiner Untersuchungen lassen auf eine Reihe sehr verschiedener Erscheinungen im Pflanzenleben, die zum Theil sogar auf den ersten Blick in gar keiner Beziehung zu fermentativen Vorgängen zu stehen scheinen, ein neues Licht fallen.

Erster Abschnitt.

Der Einfluss von Säuren auf den Verlauf des Processes der Stärkeumbildung durch Diastase.

§ 1. Constatirung der Erscheinungen.

Gewisse Untersuchungen, welche zumal von Kjeldahl und mir angestellt worden sind, haben zu den Resultaten geführt, dass der Process der Amylumumbildung durch Diastase in ganz wesentlicher Weise von der Gegenwart geringerer oder grösserer Mengen freier

Besanez, Krauch, Baranetzky und Wortmann hinzuweisen. Ich habe die Liste derjenigen Pflanzen, in denen die Diastase thatsächlich nachgewiesen werden kann, ebenfalls um einige vermehrt. Vgl. Detmer, landwirthschl. Jahrbücher, B. 10, S. 757.

[1]) Ueber einige Resultate meiner Untersuchungen habe ich bereits an anderer Stelle berichtet. Vgl. Detmer, landwirthschl. Jahrbücher, B. 10; Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft f. Medicin und Naturwissenschaft, 1881 u. 1882. Zeitschrift f. physiologische Chemie, B. 7; botanische Zeitung, 1883, Nr. 37.

Säuren beeinflusst wird. Es konnte namentlich, wie weiter unten gezeigt werden soll, die pflanzenphysiologisch wichtige Thatsache constatirt werden, dass sehr kleine Säuremengen den Process der Stärkeumbildung durch Diastase in sehr wesentlicher Weise beschleunigen. Meinen Beobachtungsresultaten gegenüber sind nun gewisse Bedenken geltend gemacht worden, so dass ich auf die Frage nach dem Einfluss von Säuren auf die Stärkeumbildung noch einmal zurückkommen muss, um jeden Zweifel an der Richtigkeit des Hauptergebnisses meiner Untersuchungen zu beseitigen. Ueberdies nehme ich hier Gelegenheit, einige Resultate erst kürzlich von mir angestellter Versuche mitzutheilen.

Wird Stärkekleister mit einer Flüssigkeit, welche Diastase enthält, also z. B. mit Malzextract, vermischt, so erfolgt bekanntlich eine lebhafte Amylumumbildung. Die ursprünglich trübe Flüssigkeit wird alsbald klar, und nach kürzerer oder längerer Zeit ist die sämmtliche Stärke durch das Ferment in Dextrin und Maltose umgewandelt. Handelt es sich darum, den Verlauf des Processes der Amylumumbildung specieller zu verfolgen, so kann man derartig vorgehen, dass man die nach Verlauf verschiedener Zeiten gebildeten Dextrin- und Maltosemengen feststellt. In vielen Fällen ist es jedoch viel bequemer, ein anderes Verfahren in Anwendung zu bringen, um ein Urtheil über den Fortgang des fermentativen Processes zu gewinnen. Der unveränderte Stärkekleister nimmt auf Zusatz von Jodtinctur eine charakteristisch blaue Färbung an; die nämliche Färbung zeigt das Gemisch des Kleisters und der diastasehaltigen Pflanzenauszüge, wenn dasselbe soeben klar geworden ist. Im weiteren Verlauf der Stärkeumbildung nehmen Proben der Untersuchungsflüssigkeit auf Jodzusatz in Folge der successive entstehenden verschiedenen Dextrinarten keine blauen Färbungen mehr an. Sie färben sich vielmehr zunächst violett, dann braun, später gelbbraun und schliesslich nur noch schwach gelb. In dem Maasse, wie die Jodreaction der Amylum und Diastase enthaltende Flüssigkeit sich ändert, macht bekanntlich auch die Zuckerbildung in der Flüssigkeit Fortschritte, und sonach kann die erwähnte Jodreaction in vielen Fällen als bequemes Mittel zur Verfolgung des Verlaufs der Stärkeumbildung durch Diastase Verwendung finden. Wenn z. B. zwei aus Stärkekleister und Malzextract bestehende Flüssigkeitsgemische von vollkommen gleichartiger Beschaffenheit verschiedenen Versuchsbedingungen ausgesetzt werden, und eine Probe der einen Flüssigkeit sich auf Jodzusatz violett, eine Probe der zweiten Flüssigkeit sich aber nach

Verlauf derselben Zeit auf Jodzusatz braun färbt, so folgt daraus, dass die Amylumumbildung in der ersteren Flüssigkeit langsamer als in der zweiten stattgefunden hat.

Von den sehr zahlreichen Versuchen, welche ich anstellte, um den beschleunigenden Einfluss, den Gegenwart kleiner Säuremengen auf den Verlauf des Processes der Stärkeumbildung durch Diastase ausübt, nachzuweisen, will ich hier einige specieller aufführen.

Phosphorsäure.

25 Ccm. 1procentigen Stärkekleisters wurden mit 5 Ccm. Malzextract versetzt (a). 25 Ccm. 1procentigen Stärkekleisters wurden mit 5 Ccm. Malzextract versetzt und der Flüssigkeit mit Hilfe eines Glasstabes eine Spur verdünnter Phosphorsäure hinzugefügt (b). Temperatur 19,5 ^{0} C. Beginn der Versuche 3 U. 15 M. Zu den nachstehend angegebenen Zeiten zeigten Proben der Flüssigkeiten auf Jodzusatz die folgenden Farbenerscheinungen:

	a.	b.
3 U. 19 M.	Blau.	Violett.
3 „ 21 „	Violett.	Braun.
3 „ 26 „	Braun.	Gelbbraun.

Salzsäure.

Je 25 Ccm. Stärkekleister wurden mit 5 Ccm. Malzextract versetzt. Der Flüssigkeit b wurde mit Hilfe eines Glasstabes eine Spur verdünnter Salzsäure hinzugefügt. Beginn der Versuche um 2 U. 54 M.

	a.	b.
2 U. 56 M.	Blau.	Blau.
3 „ — „	Blau.	Violett.
3 „ 5 „	Violett.	Braun.
3 „ 10 „	Violett.	Braun.
3 „ 15 „	Braun.	Gelbbraun.

Citronensäure.

Im Folgenden sind die Resultate einer recht lehrreichen Versuchsreihe mitgetheilt, über welche ich bereits an anderer Stelle berichtet habe. Je 25 Ccm. 1procentigen Stärkekleisters wurden mit je 5 Ccm. Malzextract versetzt und erhielten noch folgende Zusätze: 1) 5 Ccm. Wasser; 2) 5 Ccm. Wasser mit 0,0001 Grm. Citronensäure; 3) 5 Ccm. Wasser mit 0,0005 Grm. Citronensäure; 4) 5 Ccm. Wasser mit 0,001 Grm. Citronensäure; 5) 5 Ccm. Wasser

mit 0,002 Grm. Citronensäure; 6) 5 Ccm. Wasser mit 0,005 Grm. Citronensäure; 7) 5 Ccm. Wasser mit 0,010 Grm. Citronensäure; 8) 5 Ccm. Wasser mit 0,020 Grm. Citronensäure; 9) 5 Ccm. Wasser mit 0,050 Grm. Citronensäure.

Beginn der Versuche 11 Uhr 15 Minuten.

	Jodreaction um	
	11 Uhr 40 Min.	12 Uhr.
1)	Blau.	Violett.
2)	Blau.	Violett.
3)	Violett.	Violett.
4)	Braun.	Gelbbraun.
5)	Braun.	Gelbbraun.
6)	Braun.	Gelbbraun.
7)	Blau.	Blau.
8)	Blau.	Blau.
9)	Blau.	Blau.

Es liess sich im Verlaufe der Versuche noch feststellen, dass die Stärkeumbildung in der Flüssigkeit Nr. 2 (0,0001 Grm. Citronensäure) schneller vor sich ging als in der Flüssigkeit Nr. 1 (kein Zusatz von Citronensäure).

Um 3 Uhr zeigte eine Probe der Flüssigkeit Nr. 7 auf Jodzusatz eine violette Färbung; Proben der Flüssigkeiten Nr. 8 und 9 färbten sich aber noch blau. Am anderen Tage um 10 Uhr färbte sich eine Probe der Flüssigkeit Nr. 7 auf Jodzusatz braun, eine Probe der Flüssigkeit Nr. 8 violett, aber eine Probe der Flüssigkeit Nr. 9 nahm auf Jodzusatz noch immer eine blaue Färbung an.

Die vorstehend mitgetheilten Beobachtungsresultate lassen also erkennen, dass bereits erstaunlich kleine Mengen der Citronensäure beschleunigend auf den Verlauf des Processes der Amylumumbildung durch Diastase einwirken. Bis zu einem gewissen Grade wächst auch mit zunehmendem Citronensäuregehalt der Flüssigkeiten die beschleunigende Wirkung der Säure.

Ich habe auch durch besondere Versuche nachgewiesen, dass eine gewisse Amylummenge in Berührung mit einer bestimmten Quantität Malzextract in der Zeiteinheit bei Gegenwart kleiner Citronensäuremengen thatsächlich mehr Zucker als bei Abwesenheit derselben liefert. Ferner hat sich herausgestellt, dass kleine Citronensäurequantitäten nicht allein beschleunigend auf den Process der Stärkeumbildung einwirken, wenn derselbe durch Diastase vermittelt wird, die im Extract aus gekeimter Gerste vorhanden

ist, sondern dass die Säure ebenso die Wirkung der Diastase, welche der Weizenkeimpflanzenextract enthält, in hohem Maasse begünstigt.

Ebenso wie kleine Mengen von Phosphor-, Salz- und Citronensäure beschleunigend auf den Process der Stärkeumbildung einwirken, sind auch, wie ich speciell feststellte, kleine Salpeter- und Oxalsäurequantitäten und kleine Mengen saurer Salze (Kleesalz) im Stande, die Wirkung der Diastase zu begünstigen.

Ein besonderes Interesse verdient die Thatsache, dass die Wirkung der sämmtlichen hier erwähnten Säuren auf das stärkeumbildende Ferment in das Gegentheil umschlägt, wenn der Gehalt der Versuchsflüssigkeiten an Säuren zu erheblich wird. Jener Versuch, welcher bei der Besprechung der Citronensäurewirkung ausführlicher mitgetheilt worden ist, lässt erkennen, dass Citronensäuremengen von 0,010 Grm. unter den angegebenen Bedingungen nicht mehr beschleunigend auf die Stärkeumbildung, sondern im Gegentheil verlangsamend auf dieselbe einwirkten. Grössere Säuremengen verzögerten den Verlauf des fermentativen Processes noch mehr, bis endlich 0,050 Grm. Citronensäure das Zustandekommen der Amylumumbildung gänzlich unmöglich machten. In genau derselben Weise wirken irgendwie bedeutende Quantitäten der übrigen seither erwähnten Säuren auf den in Rede stehenden fermentativen Process ein. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Diastase, wenn grössere Säurequantitäten auf dieselbe einwirken, zerstört wird, und aus diesem Grunde nicht mehr stärkeumbildend wirken kann. Der folgende, mehrfach von mir wiederholte Versuch führt sicher zu der gleichen Anschauung.

Ein kräftig wirkender Malzextract wurde mit so viel Salzsäure versetzt, dass die resultirende Flüssigkeit nicht mehr im Stande war, amylumumbildend zu wirken. Jetzt wurde der Flüssigkeit so lange eine verdünnte Aetzkalilösung hinzugefügt, bis sie nur noch sehr schwach sauer reagirte. Stärkeumbildung konnte durch die auf die angegebene Weise hergestellte Mischung nicht mehr erzielt werden; der Salzsäurezusatz musste das Ferment völlig zerstört haben, denn dasselbe erwies sich auch nach Abstumpfung des grössten Theils der Säure nicht mehr wirksam.

Kohlensäure.

Ich habe bereits vor längerer Zeit Mittheilungen darüber gemacht, dass die Kohlensäure beschleunigend auf den Verlauf des Processes der Stärkeumbildung durch Diastase einwirkt. Bei der

Ausführung meiner ersten Versuche leitete ich die Kohlensäure, nachdem dieselbe mit Hilfe von destillirtem Wasser gewaschen worden war, in die Gemische von Stärkekleister und Malzextract ein. Diesem Verfahren gegenüber könnte man aber noch das Bedenken geltend machen, dass der Kohlensäurestrom Spuren der zur Entwickelung des Gases in Anwendung gebrachten Salzsäure mit fortgerissen und der diastasehaltigen Flüssigkeit zugeführt hätte, ein Bedenken, welches in sofern Berücksichtigung verdient, als kleine Salzsäurequantitäten die nämliche Wirkung wie Kohlensäure auf den Verlauf des Verzuckerungsprocesses ausüben. Aus diesem Grunde habe ich neuerdings noch einige Versuche angestellt, bei deren Ausführung ich einerseits feuchte atmosphärische Luft, die sorgfältig entkohlensäuert war, andererseits aber aus Marmor und verdünnter Salzsäure entwickelte Kohlensäure, welche zur Reinigung verdünnte Aetzkalilösung passirt hatte, in die Gemische von Stärkekleister und Malzextract einleitete. Die Kohlensäure hat auch bei diesen Versuchen sehr erheblich beschleunigend auf den Verlauf des Processes der Stärkeumbildung eingewirkt. Es trat dies sogar noch dann sehr deutlich hervor, wenn die Temperatur derjenigen Flüssigkeit, durch welche atmosphärische Luft geleitet wurde, höher als die Temperatur der mit reiner Kohlensäure im Contact gelangenden war. Beachtenswerth ist auch der Umstand, dass beliebig grosse Kohlensäuremengen beschleunigend auf die Stärkeumbildung durch Diastase einwirken, während irgendwie grössere Mengen anderer Säuren, wie gezeigt worden ist, die Wirkung der Diastase schwächen oder das Ferment gar vernichten.

Die im Vorstehenden constatirte Thatsache, dass kleine Säuremengen beschleunigend auf den diastatischen Process einwirken, ist, wie wir weiter unten eingehender sehen werden, von erheblicher pflanzenphysiologischer Bedeutung, und es muss hier zur Sicherstellung derselben noch auf verschiedene Punkte hingewiesen werden.

Die Säurequantität, welche diastasehaltigen Flüssigkeiten zugesetzt werden muss, um den Verzuckerungsprocess bis zu einem bestimmten Grade zu beschleunigen, ist natürlich nicht unter allen Umständen dieselbe. Wenn das Gemisch des Kleisters und des Malzextracts von vornherein säurearm ist, oder wenn das Gemisch in einem anderen Falle relativ viel Säure enthält, so werden verschiedene Säurezusätze erforderlich sein, um die nämliche Beschleunigung im Verlaufe des Processes der Amylumumbildung

hervorzurufen. Der ursprüngliche Säuregehalt der Versuchsflüssigkeiten ist aber abhängig von der Natur der Diastase enthaltenden Flüssigkeit sowie von der Natur des Stärkekleisters. Wenn der anfängliche Säuregehalt der Gemische relativ gross ist, so kann der Fall eintreten, dass selbst ein unbedeutender Säurezusatz nicht mehr beschleunigend, sondern verzögernd auf den Process der Stärkeumbildung einwirkt, und auf ein solches Verhältniss sind ohne Zweifel gewisse Beobachtungsergebnisse von Baswitz[1]) zurückzuführen, nach denen Säurezusatz eben nicht in allen Fällen begünstigend auf den Verlauf des diastatischen Processes einwirkt.

Ich vertrete die Anschauung, dass kleine Säuremengen nicht auf irgend eine indirecte Weise beschleunigend auf die Stärkeumbildung durch Diastase einwirken, sondern dass die in Rede stehende Erscheinung zu Stande kommt, indem die Säure in ganz unmittelbarer Weise einen bestimmten weiter unten zu besprechenden Einfluss auf das Ferment geltend macht und in Folge davon die Wirksamkeit desselben steigert. (Vgl. diesen Abschnitt unter § 4.) Es ist dagegen von Soxhlet behauptet worden, dass der Stärkekleister häufig eine schwach alkalische Reaction besitze, und dass kleine Säuremengen nur deshalb beschleunigend auf die Amylumumbildung durch Diastase einwirken, weil die Säure das für den Verlauf des fermentativen Processes nachtheilige Alkali neutralisire. Bei meinen Versuchen kam es aber gar nicht auf diese Verhältnisse an, denn der reine Kartoffelstärkekleister, mit dem ich experimentirte, zeigte stets eine neutrale Reaction. Ueberdies zeigten die Gemische von Kleister und Malzextract bei allen meinen Versuchen schon von vornherein in Folge des Säuregehaltes des letzteren, eine schwach saure Reaction, so dass der die Beschleunigung der Stärkeumbildung veranlassende nachträgliche Säurezusatz also gar nicht neutralisirend wirken konnte.

Ein weiteres meiner oben geltend gemachten Anschauung gegenüber erhobenes Bedenken scheint von grösserem Gewicht zu sein. A. Mayer[2]) meint nämlich in einer kürzlich erschienenen werthvollen Schrift, dass Säurezusatz zu den Gemischen von Kleister und Malzextract deshalb beschleunigend auf die Amylumumbildung einwirkt, weil der Säure an sich, d. h. auch bei Ab-

[1]) Vgl. Baswitz, Berichte d. deutschen chemischen Gesellschaft. 1879 und 1880.

[2]) Vgl. A. Mayer: Die Lehre von d. chemischen Fermenten oder Enzymologie 1882, S. 80.

wesenheit des Fermentes, die Fähigkeit zukommt, die Verzuckerung des Amylums zu bewerkstelligen. In der That ist es bekannt, dass Säuren, zumal bei höherer Temperatur, aber auch bei gewöhnlicher Zimmertemperatur, in Contact mit Kleister zuckererzeugend wirken, aber es handelt sich für unseren Zweck um die ganz bestimmte Frage, ob sehr kleine Säuremengen innerhalb relativ kurzer Zeiten im Stande sind, in nachweisbarer Weise verändernd auf den Stärkekleister einzuwirken. Ich habe viele bezügliche Beobachtungen angestellt. Es wurden z. B. 100 Ccm. $\frac{1}{2}$ procentigen Stärkekleisters mit 0,015 Grm. Citronensäure versetzt. Nach 18 Stunden, ja selbst nach 8 Tagen war die Flüssigkeit noch trübe, Proben derselben färbten sich auf Jodzusatz noch blau, und andere Proben derselben ergaben mit Fehlingscher Lösung erhitzt gar keine Zuckerreaction. Andere Versuche lieferten das nämliche Ergebniss, und ebenso sind kleine Salzsäuremengen, die sich 20 Stunden lang mit Stärkekleister in Berührung befinden, nicht im Stande, Zucker zu erzeugen [1]).

Ferner ist die mögliche Anschauung über das Wesen der Beschleunigung des Processes der Stärkeumbildung bei Gegenwart kleiner Säuremengen ausgeschlossen, nach welcher die Diastase nur die erste Spaltung des Amylums in Maltose und ein complicirt zusammengesetztes Dextrin bewerkstelligt, während die Säure alsdann dieses Dextrin weiter in Maltose sowie einfacher zusammengesetzte Dextrine zerlegt, denn ich konnte nachweisen, dass kleine Säuremengen in relativ kurzen Zeiten keine Wirkung auf Dextrine ausüben. Es wurden wässerige Lösungen von Amylodextrin und Erythrodextrin hergestellt. Proben der ersteren färbten sich auf Jodzusatz violett, Proben der letzteren aber braun. Wenn die Dextrinlösungen, nachdem denselben wenig Citronensäure beigemischt worden war, 16 Stunden lang sich selbst überlassen blieben, so zeigten Proben der Flüssigkeiten nach dieser Zeit auf Jodzusatz noch die nämlichen Farbenreactionen wie zu Beginn der Versuche, während die Dextrinlösungen auf Malzextractzusatz alsbald eine völlig veränderte Jodreaction erkennen liessen. In diesem letzteren Falle wurde das Amylo- sowie das Erythro-

---

[1]) Es sei hier noch bemerkt, dass Flüssigkeitsgemische, die au[s] Stärkekleister und Malzextract bestehen, und die einen kleinen Säurezusatz empfangen haben, sich in Folge der durch den Säurezusatz erhöhten Fermentwirkung schneller klären, als entsprechende Flüssigkeitsgemische ohne Säurezusatz.

dextrin verzuckert, und Proben der Lösungen nahmen nach kurzer Zeit auf Jodzusatz nur noch eine schwach gelbe Färbung an.

Die im Vorstehenden zur Kenntniss gebrachten Untersuchungen lassen also keinen Zweifel darüber bestehen, dass kleine Säuremengen deshalb beschleunigend auf den Process der Verzuckerung des Amylums und Dextrins durch Diastase einwirken, weil sie einen bestimmten Einfluss auf das Ferment geltend machen, der im Stande ist, die Leistungsfähigkeit desselben beträchtlich zu steigern. Grössere Säuremengen beeinträchtigen die amylum- oder dextrinumbildende Kraft der Diastase erheblich und zerstören das Ferment schliesslich vollkommen.

§ 2. Die pflanzenphysiologische Bedeutung der festgestellten Thatsachen [1]).

a. Es ist bekannt, dass die Translocation stickstofffreier plastischer Stoffe, zumal der Stärke sowie des Zuckers, in erster Linie im Parenchym der Gewächse erfolgt. Es muss nun offenbar auffallen, dass gerade die Zellen des Parenchyms diejenigen sind, welche besonders reichliche Mengen freier Säuren oder saurer Salze enthalten. Freilich kann der Process der Amylumumbildung auch in neutraler Lösung erfolgen, ja selbst die Gegenwart kleiner Quantitäten freien Alkalis macht das Zustandekommen des Vorganges der Verzuckerung der Stärke durch Diastase, wie ich gefunden habe, nicht absolut unmöglich, aber auf alle Fälle verläuft der in Rede stehende fermentative Process bei Gegenwart nicht zu erheblicher Säuremengen unter sonst günstigen Umständen am schnellsten. Demnach muss gewiss der saure Charakter des Inhaltes der Zellen des Parenchyms als eine Erscheinung betrachtet werden, die nicht ohne Bedeutung für die Function der erwähnten Gewebe, als Leitungsbahnen der Kohlehydrat im vegetabilischen Organismus zu dienen, ist. Allerdings wissen wir nur mit Bestimmtheit, dass der vom Protoplasma eingeschlossene Zellsaft der Zellen des Parenchyms sauer reagirt; über die Reaction der vom Protoplasma dieser Zellen selbst imbibirten Flüssigkeit liegen keine exacten Untersuchungen vor. Wenn auch manche Protoplasmamassen, z. B. diejenigen der Plasmodien von Myxomyceten, sicher alkalisch reagiren, so würde es doch voreilig sein, einen derartigen Befund ohne weiteres zu verallgemeinern, denn die Ernährungsverhältnisse verschiedener Pflanzen sind ja keineswegs die gleichen.

[1]) Vgl. auch meine bezüglichen Bemerkungen in den landwirthschaftl. Jahrbüchern. B. 10, S. 762.

Es ist mir im Gegentheil viel wahrscheinlicher, dass dem Protoplasma der Zellen des Parenchyms höherer Gewächse ebenso wie dem vom Protoplasma umschlossenen Zellsaft sehr häufig eine saure Reaction zukommt, da doch die im letzteren abgeschiedenen Pflanzensäuren ursprünglich durch Stoffwechselprocesse im Protoplasma entstanden sind.

b. Für das Flächenwachsthum der Zellhäute sind in erster Linie zwei Momente von Bedeutung. 1. die Dehnung der mit Plasma ausgekleideten Zellhaut durch den Turgor; 2. die Ausgleichung der Elasticitätsspannung der gedehnten Zellschichten. Dass die organischen Pflanzensäuren eine grosse Bedeutung für das Zustandekommen der Turgorverhältnisse besitzen, ist eine bekannte Thatsache, denn sie sind vor allen Dingen als diejenigen Substanzen anzusehen, welche auf osmotischem Wege Wasser in das Innere der Zellen befördern. Die Grösse der Turgorausdehnung der Zellen ist bis zu einem bestimmten Grade abhängig von den Mengen der im Zellsaft gelösten Pflanzensäuren. Aber auch mit Rücksicht auf das zweite der oben erwähnten Wachsthumsmomente beanspruchen die organischen Säuren unser Interesse.

Wenn die Ausgleichung der Elasticitätsspannung der gedehnten Zellschichten erfolgen soll, so muss Material vorhanden sein, welches für den Zweck des Wachsthums verwerthet werden kann. Als ein solches Material ist aber bekanntlich vor allem die Glycose anzusehen. Der Zucker entsteht aus dem Amylum unter Beihilfe von Fermenten, und ich habe den sicheren Nachweis geliefert, dass der Process der Stärkeumbildung in seinem Verlaufe ganz wesentlich durch die Gegenwart bestimmter Säuremengen begünstigt wird. Man sieht also, dass organische Säuren mit Rücksicht auf die beiden oben erwähnten Wachsthumsmomente unsere Aufmerksamkeit verdienen. Anwesenheit einer zu geringen Säuremenge drückt die Turgescenz der Zellen gewöhnlich nicht unerheblich herab; aber eine zu geringe Säuremenge verlangsamt zugleich die Stärkeumbildung, so dass die Ausgleichung der Elasticitätsspannung der gedehnten Zellschichten nicht schnell erfolgen kann. Die Gegenwart grösserer Säuremengen erhöht den Turgor der Zellen und wirkt zugleich dahin, dass in der Zeiteinheit grössere Mengen solcher Körper entstehen, die für den Zweck der Ausgleichung der Elasticitätsspannung der gedehnten Zellschichten verwerthet werden können [1]).

[1]) Vgl. auch mein Lehrbuch der Pflanzenphysiologie, 1883, S. 297 und 301.

c. Allerdings kann auch unter Umständen in den Pflanzenzellen der Fall eintreten, dass eine recht bedeutende Menge organischer Säuren im Protoplasma gebildet wird, und die Diastase in Folge dessen in ihrer Wirkung auf die Amylumkörner eine erhebliche Schwächung erleidet. Derartige Verhältnisse geben dann zur Entstehung pathologischer Zustände des pflanzlichen Organismus Veranlassung. Und in der That dürften wohl gewisse krankhafte Erscheinungen, die man künstlich an Pflanzen hervorzurufen im Stande ist, mindestens zum Theil ihren Grund in einer durch zu bedeutende Säureanhäufung im Protoplasma hergerufenen Schwächung oder völligen Vernichtung der Diastase haben. Man hat nämlich mehrfach beobachtet, dass Pflanzen Krankheitserscheinungen zeigen und schliesslich zu Grunde gehen, wenn ihnen in einer Nährstofflösung beträchtlichere Mengen gewisser Chloride dargeboten werden. Rautenberg und G. Kühn sahen z. B. eine Nährstofflösung, welcher Chlorammonium zugesetzt worden war, so sauer werden, dass bei grösserem Zusatz dieses Körpers die cultivirten Mais- und Bohnenpflanzen zu Grunde gingen [1]). Grössere Mengen solcher Chloride wie Chlorammonium und ebenso Chlorkalium wirken ohne Zweifel häufig schädlich auf die Pflanzen ein, weil der eine ihrer Bestandtheile in beträchtlichen Quantitäten vom vegetabilischen Organismus verarbeitet wird und damit eine Zersetzung der Chloride unter Salzsäurebildung verbunden ist, oder weil auf andere Weise Salzsäure entsteht. Die Salzsäure kann freilich nach aussen ausgeschieden werden, aber doch bereits vorher in der Pflanze ihren schädigenden Einfluss auf vorhandene Fermente geltend gemacht haben.

Verschiedene Verhältnisse, die sich auf die pflanzenphysiologische Bedeutung der Thatsache beziehen, dass Säuren einen ganz bestimmten Einfluss auf den Process der Stärkeumbildung durch Diastase ausüben, sollen noch im zweiten Abschnitt dieser Schrift besprochen werden.

§ 3. Der Einfluss von Spaltpilzen auf die stärkeumbildende Kraft diastasehaltiger Flüssigkeiten.

Baranetzky ist der Meinung, dass durch das Auftreten von Bacterien die fermentartige Eigenschaft einer Flüssigkeit immer geschwächt werde. Wortmann [2]) glaubt dagegen annehmen zu

[1]) Vgl. die Zusammenstellungen bei Pfeffer, Handbuch d. Pflanzenphysiologie, B. 1, S. 65.

[2]) Vgl. Wortmann, Zeitschrift f. physiologische Chemie, B. 6, S. 328.

müssen, dass die Bacterien die stärkeumbildende Kraft einer diastasehaltigen Flüssigkeit gewöhnlich erhöhen. Der zuletzt genannte Beobachter hat nämlich sicher festgestellt, dass die Bacterien im Stande sind, Diastase zu erzeugen, und zwar bilden die niederen Organismen dies Ferment, was für unsere weiteren Erörterungen von Wichtigkeit ist, nur dann, wenn ihnen ausser Amylum keine andere für die Zwecke ihrer Ernährung verwerthbare Kohlenstoffquelle zur Disposition steht. Die ganze Frage, um welche es sich hier handelt, ist indessen, wie auch Wortmann hervorhebt, noch keineswegs eingehend genug untersucht worden, und in der That haben meine Beobachtungen zu Resultaten geführt, durch welche ein neues Licht auf die in Rede stehenden Verhältnisse fällt.

Ich machte die Beobachtung, dass Diastase enthaltende Flüssigkeiten, nachdem sie einige Zeit lang sich selbst überlassen worden sind, energischer umbildend auf Stärkekleister als zu Beginn der Versuche einwirkten. Diese Erscheinung tritt indessen nur unter bestimmten Umständen hervor. Wenn man z. B. Malzextract 24 Stunden lang bei 15 ° C. hinstellt, so hat die fermentative Kraft desselben keine wesentliche Veränderung erfahren. Dasselbe ist der Fall, wenn der Malzextract 48 Stunden lang bei etwa 3 ° C. sich selbst überlassen bleibt. Nach Verlauf der angegebenen Zeiten hat der Malzextract in diesen Fällen sein ursprünglich klares Aussehen vollkommen behalten. Etwas ganz anderes ist der Fall, wenn man Malzextract 48 Stunden lang bei 15 ° C. hinstellt; er ist dann in Folge einer erheblichen Spaltpilzansammlung trübe geworden und besitzt einen eigenthümlichen Geruch. Eine bestimmte Menge dieses durch das 2 Tage lange Stehen bei 15 ° C. trübe gewordenen Malzextractes wirkt nun weit schneller stärkeumbildend, als eine gleiche Menge des Extractes von gleichem Ursprung, der aber 2 Tage lang bei einer Temperatur von 3 ° C. sich selbst überlassen gewesen ist und keine Trübung erfahren hat. Wird Malzextract endlich 4 Tage lang bei etwa 16 ° C. sich selbst überlassen, so ist nach dieser Zeit die fermentative Kraft der vorhandenen Diastase keine grössere als zu Anfang, sondern im Gegentheil eine viel geringere.

Ich bezweifle die Richtigkeit der von Wortmann festgestellten Thatsache nicht, dass Bacterien im Stande sind, unter bestimmten Umständen Diastase zu erzeugen, aber trotzdem darf die von mir beobachtete Erscheinung, dass die fermentative Kraft eines Malzextractes in Folge längeren Stehens unter erheblicher Spaltpilzansammlung zunimmt, nicht mit einer durch den

Lebensprocess der niederen Organismen hervorgerufenen Diastasebildung in Zusammenhang gebracht werden. Einer solchen Auffassung gegenüber sind ja schon die Ergebnisse geltend zu machen, zu denen Wortmann selbst gelangte. Er fand, wie bereits erwähnt wurde, dass die Bacterien nur dann zur Diastasebildung befähigt sind, wenn ihnen, abgesehen vom Amylum, keine andere als Kohlenstoffquelle verwerthbare Substanz zur Disposition steht. Der von mir benutzte Malzauszug war aber stets stärkefrei; er enthielt dagegen viel Zucker sowie Eiweissstoffe, und diese Körper konnten den Spaltpilzen, welche sich in meinen Versuchsflüssigkeiten entwickelten, und sich sicher ebenso verhielten, wie die von Wortmann cultivirten, als Nahrungsmittel dienen. Bei alledem wird die Erscheinung, dass längeres Stehen von Malzextract die fermentative Kraft desselben erhöht, durch die Spaltpilze vermittelt, denn das in Rede stehende Phänomen ist eben an das Auftreten dieser Organismen gebunden. Die Spaltpilze wirkten bei meinen Versuchen freilich nicht als Diastasebildner, sondern in anderer Weise.

Es muss nämlich hervorgehoben werden, dass die Entwickelung von Spaltpilzen in derartigen Flüssigkeiten wie Malzextract mit einer nicht unerheblichen Säurebildung verbunden ist. Wenn man frisch bereiteten Malzextract, der stets schwach sauer reagirt, vorsichtig mit wenig verdünnter Aetzkalilösung versetzt, bis die Flüssigkeit eine schwach alkalische Reaction angenommen hat, und die klare Lösung sich nunmehr selbst überlässt, so erscheint sie nach Verlauf einiger Tage trübe und besitzt jetzt wieder eine saure Reaction. Durch den Lebensprocess der Spaltpilze ist also freie Säure gebildet worden. Eine durch niedere Organismen bedingte Säurezunahme des längere Zeit sich selbst überlassenen Malzextracts kann aber nach allem, was wir bereits in diesem Abschnitt unter 1 erfahren haben, nicht ohne Einfluss auf die stärkeumbildende Kraft der vorhandenen Diastase sein. Dieselbe muss vielmehr gesteigert werden, uud somit erklären sich die oben erwähnten Erscheinungen in einfacher Weise. Wenn Malzextract sich längere Zeit, z. B. 4 Tage bei 15° C., überlassen bleibt, und eine bedeutende Spaltpilzvegetation in der Flüssigkeit eingetreten ist, so nimmt dieselbe in Folge dessen eine sehr saure Reaktion an. Ein solcher Malzextract besitzt nur noch eine geringe fermentative Kraft, weil die erhebliche Säuremenge die stärkeumbildende Fähigkeit der Diastase beträchtlich geschwächt hat.

Bei den von mir angestellten Beobachtungen haben die Spalt-

pilze die fermentative Kraft der Diastase also immer nur in Folge der durch sie hervorgerufenen Veränderung der Reaction des Malzextractes in dieser oder jener Weise beeinflusst. Es sind freilich auch Fälle denkbar, in denen die stärkeumbildende Fähigkeit einer diastasehaltigen Flüssigkeit erhöht wird, indem die Spaltpilze als Diastasebildner fungiren und somit den Gehalt einer solchen Flüssigkeit an Diastase steigern.

§ 4. Nägeli's Theorie der Fermentwirkung.

Unter allen Anschauungen, welche ausgesprochen worden sind, um ein tieferes Verständniss des Wesens der fermentativen Processe herbeizuführen, scheinen mir jene von C. v. Nägeli[1]) geltend gemachten in aller erster Linie Bedeutung zu beanspruchen[2]). Nägeli's Theorie lässt sich wie folgt kurz charakterisiren: Nach der heute massgebenden Vorstellungsweise der Molekularphysik führen die Moleküle, abgesehen von fortschreitenden Bewegungen, auch um einen Gleichgewichtspunkt schwingende Bewegungen aus, und diese schwingenden Bewegungen kommen ebenso jedem Atom oder jedem Atomcomplex in den Molekülen zu. Wenn nun ein Körper mit einem anderen Körper in innige Berührung gelangt, so muss natürlich eine Ausgleichung der Bewegungszustände der Moleküle und Atome dieser beiden Körper erfolgen, und ein solcher Ausgleich kann unter Umständen eine weittragende Bedeutung gewinnen. Mit Bezug auf die Fermentwirkung muss man nach Nägeli annehmen, dass die Moleküle und Atome der Fermente sich in sehr lebhafter schwingender Bewegung befinden. Wenn die Fermente mit anderen Stoffen in Contact gelangen, wenn z. B. die Diastase auf Amylum einwirkt, so wird die Bewegung der Stärkeatome so erheblich gesteigert, dass die Amylummoleküle unter Wasseraufnahme in Dextrin- sowie Maltosemoleküle zerfallen. Die Diastasemoleküle, welche dabei natürlich eine Verminderung ihrer Bewegungsenergie erfahren, können ihre ursprüngliche Bewegungsenergie durch Bindung freier Wärme wieder erlangen, und damit findet die höchst wunderbare Thatsache ihre Erklärung, dass eine minimale Fermentmenge im Stande ist, ungemein viel Amylum zu zersetzen. Ebenso werden eine grosse Reihe anderer Erscheinungen, welche man bei dem Studium der Fermentwirkung beobachtet, vom Standpunkte der Nägeli'schen Theorie aus

[1]) Vgl. C. v. Nägeli, Theorie d. Gährung. 1879. S. 26.

[2]) Aehnliche Anschauungen wie Nägeli vertritt auch A. Mayer: Die Lehre von den chemischen Fermenten. 1882, S. 120.

verständlich, und ich habe hier speciell das Phänomen der Erhöhung der Fermentwirkung durch die Gegenwart kleiner Säuremengen im Auge. Man hat sich vorzustellen, dass die Säuren in Folge der specifischen schwingenden Bewegungen ihrer Moleküle und Atome in ähnlicher Weise wie Erhöhung der Temperatur auf die Diastase einwirken. Kleine Säuremengen üben innerhalb kurzer Zeit, wie ich gezeigt habe, keinen directen und nachweisbaren Einfluss auf die Stärke aus; sie steigern aber die schwingenden Bewegungen der Diastasemoleküle und Atome, ein Umstand, der den Zerfall des Amylums in Dextrin sowie Maltose wesentlich beschleunigt. Wenn erheblichere Säuremengen auf die Diastase einwirken, so wächst die Bewegungsenergie der Moleküle und Atome des Fermentes so sehr, dass dasselbe vollkommen zerfällt. Das Ferment wird durch grössere Säuremengen ebenso wie durch eine zu weit getriebene Temperatursteigerung völlig zersetzt. Die Thatsachen, welche ich bei dem Studium des Einflusses von Säuren auf die Diastase feststellen konnte, scheinen mir in der That in hohem Grade geeignet zu sein, als Stützen der Nägeli'schen Theorie der Fermentwirkung zu dienen.

Zweiter Abschnitt.

Der Einfluss von Chloriden auf den Verlauf des Processes der Stärkeumbildung durch Diastase und die Function der Chloride im vegetabilischen Organismus.

§ 5. Der Einfluss von Chloriden auf den Verlauf des Processes der Stärkeumbildung durch Diastase.

Verschiedene Beobachter, zumal O. Nasse und A. Mayer[1]), haben sich bereits mit der Frage nach den Einfluss von Chloriden auf den Verlauf des Processes der Stärkeumbildung durch Diastase beschäftigt. Die Resultate, zu denen man seither gelangt ist, widersprechen einander aber erheblich, denn während Nasse das Chlorkalium z. B. zu denjenigen Stoffen rechnet, welche einen ungünstigen Einfluss auf den fermentativen Vorgang geltend machen, soll der nämliche Körper nach Mayer denselben unter bestimmten

---

[1]) Vgl. A. Mayer's Zusammenstellungen in dessen Lehre von den chemischen Fermenten, S. 79.

Umständen beschleunigend beeinflussen. Die Ursachen der eigenthümlichen Wirkung von Chloriden auf den Process der Amylumumbildung durch Diastase sind überdies nicht weiter untersucht worden, trotzdem gerade die bezüglichen Fragen, wie ich zeigen werde, ein ganz hervorragendes pflanzenphysiologisches Interesse beanspruchen.

Bei der Ausführung derjenigen Versuche, welche ich zur Beantwortung der Frage nach dem Einfluss von Chloriden auf den Verlauf des Processes der Amylumumbildung durch Diastase anstellte, habe ich ein sehr einfaches Verfahren eingehalten. Ich will hier nur wenige meiner zahlreichen Versuche specieller besprechen.

Versuch mit Chlornatrium.

Es wurde Malzextract durch Behandlung von 1 Thl. Malzpulver mit 4 Thl. Wasser hergestellt. Der Auszug besass bei diesem Versuche ebenso wie bei den folgenden, was von Wichtigkeit ist, eine schwach saure Reaction.

a. 25 Ccm. Malzextract ohne Zusatz;
b. 25 „ „ + 1 Grm. NaCl.;
c. 25 „ „ + 0,025 „ Citronensäure;
d. 25 „ „ + 0,025 „ „ + 1 Grm. NaCl.

Die Gemische blieben 18 Stunden lang bei 17° C. ruhig stehen. Darauf wurden je 25 Ccm. Kartoffelstärkekleister mit je 5 Ccm. der Flüssigkeitsgemische a, b, c und d versetzt. Mit Hilfe der Jodreaction liess sich leicht constatiren, dass 5 Ccm. von b lebhafter stärkeumbildend wirkten als 5 Ccm. von a; eine Probe des Flüssigkeitsgemisches, welches aus 25 Ccm. Kleister und 5 Ccm. von b bestand, färbte sich auf Jodzusatz bereits braun, als eine Probe des aus 25 Ccm. Kleister und 5 Ccm. von a bereiteten Flüssigkeitsgemisches auf Jodzusatz noch eine violette Färbung annahm. 5 Ccm. von d wirkten aber viel langsamer als 5 Ccm. von c. Die eine Flüssigkeit (25 Ccm. Kleister + 5 Ccm. von d) färbte sich auf Jodzusatz noch blau, als die andere (25 Ccm. Kleister + 5 Ccm. von c) nur noch einen schwach gelblichen Farbenton annahm.

Versuch mit Chlorkalium.

a. 25 Ccm. Malzextract ohne Zusatz;
b. 25 „ „ + 1 Grm. KCl.;
c. 25 „ „ + 0,030 „ Citronensäure;
d. 25 „ „ + 0,030 „ „ + 1 Grm. KCl.

Nach 18 Stunden wurden je 25 Ccm. Kleister mit 5 Ccm. von a, b, c und d versetzt. 5 Ccm. von b wirkten schneller als 5 Ccm. von a. 5 Ccm. von d wirkten viel langsamer als 5 Ccm. von c.

Ich habe auch einen Versuch angestellt, bei dessen Ausführung einmal 25 Ccm. Malzextract ohne Zusatz blieben (a), während andererseits 25 Ccm. Malzextract mit mehr Chlorkalium versetzt wurden, als die Flüssigkeit zu lösen vermochte (b). Nach 20 Stunden wurden je 25 Ccm. Kleister mit 5 Ccm. dieser Flüssigkeiten versetzt. 5 Ccm. von b wirkten auch in diesem Falle lebhafter amylumumbildend als 10 Ccm. von a.

Versuch mit Chlorkalium.

a. 25 Ccm. Wasser + 0,125 Grm. Citronensäure;
b. 25 „ „ + 0,125 „ „ + 1 Grm. KCl.

Die Flüssigkeiten blieben 18 Stunden lang bei 20° C. ruhig stehen. Nach dieser Zeit wurden je 25 Ccm. Kleister mit 5 Ccm. eines Malzextractes und 10 Ccm. der Flüssigkeiten a und b versetzt. Die Amylumumbildung verlief in der Flüssigkeit, welcher 10 Ccm. von b zugesetzt worden waren, viel langsamer als in derjenigen, welche den Zusatz der 10 Ccm. von a erhalten hatte.

Es geht also aus meinen Beobachtungen hervor, dass die Chloride (Chlorkalium und Chlornatrium) beschleunigend auf den Process der Amylumumbildung durch Diastase einwirken, wenn die fermenthaltige Lösung eine nur schwach saure Reaction besitzt, dass die Chloride aber im Gegentheil einen verlangsamenden Einfluss auf den Process der Stärkeumbildung geltend machen, wenn die fermenthaltige Flüssigkeit stärker sauer reagirt.

§ 6. Die Ursachen der constatirten Erscheinungen.

Wenn es sich darum handelt, die Ursachen des eigenthümlichen Verhaltens der Chloride bei dem Processe der Stärkeumbildung durch Diastase festzustellen, so ist in erster Linie zu betonen, dass weder Chlorkalium noch Chlornatrium im Stande sind, bei Abwesenheit des Ferments innerhalb kurzer Zeit einen nachweisbaren Einfluss auf den Stärkekleister geltend zu machen. Die unter Umständen bei Anwesenheit von Chloriden hervortretende Beschleunigung des Vorganges der Amylumumbildung durch Diastase kommt also nicht durch eine in gleichem Sinne erfolgende Einwirkung des Fermentes einer- und der Chloride andererseits auf die Stärke zu Stande. Ich habe z. B. je 25 Ccm. Stärkekleister

mit 1 Grm. KCl. oder mit 1 Grm. NaCl. versetzt, und die Gemische 20 Stunden lang bei gewöhnlicher Zimmertemperatur sich selbst überlassen. Nach Verlauf dieser Zeit war keine Spur Zucker in den Flüssigkeiten nachzuweisen; sie erschienen noch trübe und färbten sich auf Jodzusatz blau.

Man könnte vom Standpunkte der Nägeli'schen Theorie der Fermentwirkung aus ferner sagen, dass die Chloride die Wirksamkeit der Diastase unter gewissen Umständen deshalb begünstigen, weil sie — ebenso wie kleine Mengen von Säuren — in Folge der eigenthümlichen schwingenden Bewegungen ihrer Moleküle und Atome das Ferment zu erhöhter Thätigkeit befähigen. Ich werde aber zeigen, dass die Wirksamkeit der Chloride auf ganz andere Ursachen zurückgeführt werden muss.

Wir haben eine Flüssigkeit vor uns, welche Amylum, Diastase kleine Mengen organischer Säuren (nämlich die im Malzextract vorhandenen) sowie Chloride enthält. Im anderen Falle haben wir es mit einer Flüssigkeit zu thun, welche sich von der ersteren nur dadurch unterscheidet, dass eine gewisse Citronensäuremenge neben den erwähnten Stoffen vorhanden ist. Eine Beschleunigung, resp. eine Verlangsamung des Processes der Stärkeumbildung könnte in diesen Flüssigkeiten im Vergleich zu dem Verlauf des Vorganges in solchen Flüssigkeiten, die keine Chloride enthalten, sonst aber genau ebenso wie die ersteren zusammengesetzt sind, unter folgenden Voraussetzungen eintreten. Es müssten die organischen Säuren zersetzend auf das Chlorkalium oder Chlornatrium eingewirkt haben, so dass freie Salzsäure gebildet worden wäre, und diese Salzsäure müsste das Vermögen besitzen, einen energischeren Einfluss auf die Diastase ausüben zu können, als die aequivalente Menge der zur Salzsäurebildung nothwendigen organischen Säuren. Die unter bestimmten Umständen zur Geltung kommende Beschleunigung des Processes der Amylumumbildung durch die Diastase bei Gegenwart der Chloride wäre unter den gemachten Voraussetzungen ebenso verständlich, wie jenes andere von mir constatirte Phänomen, dass die Chloride unter gewissen Bedingungen den Verlauf des Verzuckerungsvorganges der Stärke verlangsamen. In letzterem Falle müsste die Salzsäure vermöge ihrer besonders energischen Wirkung auf die Diastase, das Ferment nachtheilig beeinflusst haben. Es kommt nun natürlich alles darauf an, jene beiden oben gemachten Voraussetzungen zu begründen.

Ich habe viele Versuche angestellt, um den directen Nach-

weis zu liefern, dass freie Chlorwasserstoffsäure entsteht, wenn organische Säuren in wässeriger Lösung bei gewöhnlicher Temperatur auf Chlorkalium oder Chlornatrium einwirken. Es wurden wässerige Lösungen der Chloride in einem geräumigen Kolben mit wässeriger Citronensäurelösung vermischt, und der Kolben nach dem Verschliessen etwa 24 Stunden stehen gelassen. Nach Verlauf dieser Zeit wurde in die Mündung des Kolbens ein doppelt durchbohrter Kork eingeführt, und in die eine Bohrung ein langes Glasrohr eingeschoben, welches mit dem einen Ende in die saure Flüssigkeit eintauchte. Die zweite Bohrung des Korkes diente zur Aufnahme des einen Schenkels eines kurzen, in einem rechten Winkel gebogenen Glasrohres. Wenn nun mit Hilfe eines Aspirators längere Zeit ein Luftstrom durch den Apparat geleitet wurde, und die den Kolben verlassende Luft eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd passirte, so hätte sich in der Höllensteinlösung, wie offenbar zu erwarten stand, eine durch abgeschiedenes Chlorsilber hervorgerufene Trübung bemerklich machen müssen. Derartiges trat aber nicht ein. Als ich den Apparat genau in derselben Weise, wie es angegeben worden ist, zusammensetzte, in den Kolben aber verdünnte Salzsäure brachte und nun Luft durchleitete, liess sich aber ebenfalls selbst nach mehrstündiger Versuchsdauer keine Chlorsilberbildung in der Höllensteinlösung feststellen. Die Untersuchungsmethode erwies sich demnach als unbrauchbar. Die Salzsäure wird unter den bezeichneten Umständen so fest vom Wasser gehalten, dass es nicht gelingt, ihre Gegenwart auf die angegebene Weise zu constatiren. Ich schritt daher zu weiteren Versuchen.

Es ist bekannt, dass sich die Lösungen der meisten Eisenoxydsalze auf Zusatz von Rhodankalium blutroth färben, eine Färbung, die durch essigsaures Natron wieder zum Verschwinden gebracht werden kann, durch einen Zusatz von Mineralsäuren aber aufs Neue hervortritt. Die Lösung des essigsauren Eisenoxyds färbt sich auf Zusatz des Rhodankaliums im Gegensatz zu den Lösungen anderer Eisenoxydsalze nicht direkt blutroth, sondern erst auf Zusatz einer Mineralsäure, z. B. der Salzsäure. Ich habe nun wässerige Lösungen von Citronensäure, denen Chlorkalium oder Chlornatrium beigemischt worden war, nach längerem Stehen in eine Lösung, welche wenig essigsaures Eisenoxyd und Rhodankalium enthielt, eingetragen. Die ursprünglich schwach gelblich gefärbte Lösung nahm zwar einen etwas dunkleren Farbenton an, aber die nämliche Erscheinung liess sich constatiren, wenn ich die

Lösung des essigsauren Eisenoxyds und Rhodankaliums nur mit Citronensäure versetze. Eine blutrothe Färbung, welche auf Gegenwart freier Salzsäure hätte schliessen lassen, machte sich in keinem Falle geltend. Man darf freilich nur erwarten, dass sich kleine Salzsäuremengen bilden, wenn die Citronensäure auf Chloride bei gewöhnlicher Temperatur einwirkt, und es ist daher möglich, dass die in Anwendung gebrachte Reactionsmethode nicht empfindlich genug ist, um diese kleinen Salzsäuremengen nachzuweisen. Directe Versuche haben mich leider davon überzeugt, dass die Empfindlichkeit der hier erwähnten Reaction sehr viel zu wünschen übrig lässt, so dass ich den eingeschlagenen Weg der Untersuchung alsbald wieder verlassen musste.

Trotzdem es mir bis jetzt nicht gelungen ist, den directen Nachweis zu liefern, dass sich freie Salzsäure bildet, wenn Citronensäure bei gewöhnlicher Temperatur in wässeriger Lösung auf Chloride einwirkt, habe ich die Säurebildung auf indirectem Wege constatiren können. Eine Reihe von Versuchen wurden nämlich in folgender Weise angestellt.

a. Zu 25 Ccm. Kleister brachte ich mit Hilfe eines Glasstabes eine kleine Menge einer verdünnten Citronensäurelösung. Zu 25 Ccm. Kleister brachte ich ferner eine kleine Menge verdünnter Salzsäure. Die den zweiten 25 Ccm. Kleister hinzugefügte Salzsäuremenge war aber geringer als die den ersten 25 Ccm. Kleister hinzugefügte Citronensäurequantität, wie mit Hilfe von Lackmuspapier constatirt werden konnte. Ein Tropfen des Citronensäure enthaltenden Kleisters färbte blaues Reagenspapier schwach roth; ein Tropfen des salzsäurehaltigen Kleisters bewirkte in Berührung mit dem blauen Lackmuspapier eine erheblich schwächere Röthung desselben. Wenn nun den 25 Ccm. des citronensäure- sowie des salzsäurehaltigen Kleisters je 5 Ccm. Malzextract hinzugefügt wurden, so erfolgte der Process der Stärkeumbildung, wie sich mit Hilfe der Jodreaction verfolgen liess, in der salzsäurehaltigen Flüssigkeit, trotzdem dieselbe schwächer sauer reagirte als die citronensäurehaltige, schneller als in dieser letzteren.

b. Je 25 Ccm. Kleister wurden mit Citronensäure und Salzsäure versetzt. Der Säurezusatz war immer noch ein geringer, aber doch ein erheblich grösserer als bei den unter a angeführten Versuchen. Mit Hilfe des Lackmuspapieres liess sich zeigen, dass die salzsäurehaltige Flüssigkeit ebenso sauer oder in anderen Fällen schwächer sauer als die citronensäurehaltige Lösung reagirte. Auf Zusatz von je 5 Ccm. Malzextract ergab sich, dass

der Process der Amylumumbildung in der salzsäurehaltigen Flüssigkeit sehr viel langsamer als in der citronensäurehaltigen vor sich ging.

Es gehört einige Uebung dazu, um bei derartigen Versuchen, wie sie hier Erwähnung gefunden haben, zu brauchbaren Resultaten zu gelangen. Ich schliesse aus meinen Beobachtungen, dass der Process der Amylumumbildung durch Diastase bei Gegenwart einer sehr kleinen Salzsäuremenge in höherem Maasse begünstigt wird, als bei Gegenwart einer dieser Salzsäuremenge aequivalenten Citronensäurequantität. Wenn etwas grössere Salzsäuremengen in Anwendung gebracht werden, so benachtheiligen diese den Process der Amylumumbildung durch Diastase in höherem Maasse, als aequivalente Citronensäurequantitäten.

Wenn der eigenthümliche Einfluss, den die Chloride auf den Verlauf des Processes der Amylumumbildung durch Diastase geltend machen, auf Salzsäurebildung zurückgeführt werden soll, so muss die Salzsäure, wie oben ausführlicher erörtert worden ist, das Vermögen besitzen, einen energischeren Einfluss auf die Diastase ausüben zu können, als die aequivalente Menge der zur Salzsäurebildung nothwendigen organischen Säuren. In der That ist dies nach den unter a und b angeführten Versuchen bei schwächer sowie bei stärker saurer Reaction der amylumhaltigen Flüssigkeiten der Fall, und ich schliesse somit, dass den organischen Säuren wirklich die Fähigkeit zukommt, freie Salzsäure zu erzeugen, wenn sie bei gewöhnlicher Temperatur in wässeriger Lösung auf Chlorkalium oder Chlornatrium einwirken.

§ 7. Die Salzsäurebildung in Pflanzenzellen.

Abgesehen von einer Reihe bestimmter Verbindungen nehmen die Wurzeln der Gewächse auch Chloride aus dem Boden auf. Die Quantitäten von Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorcalcium und Chlormagnesium, welche im Boden vorkommen, sind freilich je nach Umständen sehr verschiedene, indessen gewisse Mengen der Chloride, namentlich des Chlornatriums, stehen den Pflanzenwurzeln doch stets zur Disposition. Dass die Chloride, wie anderweitige Mineralstoffe, in Folge der durch Transpiration eingeleiteten Wasserströmung und auch noch auf andere Weise eine Verbreitung im vegetabilischen Organismus erfahren können, unterliegt gar keinem Zweifel. Hingegen sind wir über andere Fragen, die sich hier unmittelbar aufdrängen, nicht genau unterrichtet. Namentlich bedarf die Frage nach dem Verhalten der Chloride dem

Protoplasma gegenüber noch speciellerer Untersuchung. Es darf sicher behauptet werden, dass die Chloride die Hautschicht des Protoplasma nur schwierig zu passiren vermögen, aber der Umstand, dass die in Rede stehenden Verbindungen, wie namentlich in folgenden Paragraphen gezeigt werden wird, einen nicht unwesentlichen Einfluss auf eine Reihe physiologischer Processe, die sich im Protoplasma abspielen, geltend zu machen vermögen, lässt keinen Zweifel über ein thatsächliches Eingreifen der Chloride in den Lebensprocess der Gewächse bestehen. Auf Grund dieser Betrachtungen und zumal unter Berücksichtigung der Auseinandersetzungen im folgenden Paragraphen wird kein Physiolog die Ansicht zurückweisen, wonach die Chloride in der Pflanze mit den vom vegetabilischen Organismus erzeugten Pflanzensäuren (z. B. Apfel-, Citronen-, Oxalsäure) oder den vorhandenen sauren Salzen dieser Säuren in Wechselwirkung gerathen können. Nach dem, was wir im § 6 gesehen haben, muss aber unter solchen Umständen freie Salzsäure in der Pflanze gebildet werden[1]).

Ueberdies wurde schon im §. 2 unter c darauf hingewiesen, dass die Pflanze wirklich unter bestimmten Bedingungen Salzsäure erzeugt. Biedermann[2]) stellte ferner durch analytische Ermittelungen fest, dass verschiedene Chloride eine Zersetzung erfahren, wenn Samen in den Lösungen derselben eingequollen werden. Die Ursachen, welche die Chlorwasserstoffsäurebildung in diesen speciellen Fällen bedingten, sind freilich von den Experimentatoren nicht untersucht worden, aber es liegt, nach dem was wir gesehen haben, auf der Hand, dass die Einwirkung organischer Säuren auf Chloride hier mindestens als eine derjenigen Ursachen, die zur Salzsäureerzeugung führten, angesehen werden muss.

§ 8. Die Function der Chloride im vegetabilischen Organismus und die unter Umständen hervortretende nachtheilige Wirkung der Chloride auf die Pflanze.

Die Frage nach der Function der Chloride im vegetabilischen Organismus ist bereits mehrfach ventilirt worden, und manche Beobachter behaupten, dass diesen Verbindungen unter bestimmten Umständen eine nicht unwesentliche Bedeutung für das Pflanzen-

---

[1]) Die Salzsäurebildung ist auch besonders leicht bei gewöhnlicher Temperatur möglich, wenn Oxalsäure in wässriger Lösung auf Chlorcalcium einwirkt.

[2]) Vgl. Biedermann, Versuchsstationen. B. 9, S. 312.

leben zukomme. Im Gegensatz hierzu stehen Erfahrungen, nach denen die Chloride nicht allein entbehrlich für das Gedeihen der Gewächse, sondern unter gewissen Bedingungen sogar als Körper erscheinen, die geradezu giftig auf die Pflanzenzellen einwirken. Wir haben es hier also auf jeden Fall mit verschiedenen verwickelten Fragen zu thun, die, was besonders wichtig ist, wohl aus einander gehalten werden müssen, wenn es sich darum handelt, den Gegenstand um einen Schritt weiter zu fördern. Ich will zunächst die einzelnen Punkte, auf die es ankommt, specieller präcisiren, um dieselben dann auf Grund der bereits in dieser Schrift zur Kenntniss gebrachten Thatsachen zu beleuchten.

a. Während Knop[1]) das Chlor als einen durchaus entbehrlichen Pflanzennährstoff betrachtet und behauptet, dass selbst die Buchweizenpflanze des Chlors nicht zur normalen Ausbildung aller ihrer Theile bedürfe, weichen andere Beobachter ganz wesentlich von dieser Anschauung ab. Nobbe[2]) hat gefunden, dass die Buchweizenpflanze zu keiner normalen Fruchtbildung gelangt, wenn die zur Cultur dienende Nährstofflösung chlorfrei ist. Nobbe[3]) stellte weiter fest, dass die Fruchtbildung der Buchweizenpflanze selbst dann nicht normal zu Stande kommen kann, wenn die Nährstofflösung zwar Chlor enthält, wenn dasselbe aber nicht in Verbindung mit Kalium als Chlorkalium, sondern in Verbindung mit einem anderen Elemente vorhanden ist.

b. In der landwirthschaftlichen Praxis werden zur Melioration und Düngung des Bodens bekanntlich eine Reihe von Körpern in Anwendung gebracht, die bedeutende Mengen verschiedener Chloride (Chlorkalium, Chlornatrium, Chlormagnesium) enthalten. Abgesehen vom Kochsalz, benutzt man namentlich die Stassfurter Salze für den bezeichneten Zweck, und zwar in erster Linie deshalb, um dem Boden hinreichende Kalimengen zuzuführen. Die Düngung der kaliarmen Moorböden und auch vieler Sandböden mit Stassfurter Salzen hat gerade in neuester Zeit zu glänzenden, ganz unerwartet guten Erfolgen geführt, aber im Grossen und Ganzen sind die Stassfurter Salze in unseren Tagen einigermaassen in Misskredit gekommen. Verschiedene her-

---

[1]) Vgl. Knop, Kreislauf des Stoffes. B. 1, S. 616.

[2]) Vgl. Nobbe, Versuchsstationen. B. 7, S. 371 und Bd. 13, S. 396, Anmerkung.

[3]) Vgl. Nobbe, Versuchsstationen. B. 13, S. 398.

vorragende Autoren, zumal M. Maercker[1]) und J. Kühn[2]) sind der Ansicht, nach welcher den erwähnten Düngmitteln im Allgemeinen nur ein geringer landwirthschaftlicher Werth zukommen soll, mit Recht energisch entgegengetreten. Es unterliegt nämlich zunächst gar keinem Zweifel, dass die Stassfurter Salze sehr oft am unrechten Platze und ohne Rücksicht auf anderweitige Productionsfactoren in Anwendung gebracht worden sind, so dass sie gar nicht im Stande sein konnten, eine günstige Wirkung geltend zu machen. Auf einem Boden, der reich an solchen Substanzen ist, aus denen die Pflanzen ihren Kalibedarf zu decken vermögen, kann die Düngung mit Stassfurter Salzen natürlich relativ wenig nützen. Ebenso ist die Wirkung der Salze höchstens eine geringfügige — und dies Moment hat man, trotzdem dasselbe selbstverständlich ist, oft übersehen —, wenn sie ohne Beigabe anderer Dungmittel auf einem Boden in Anwendung gebracht werden, der zwar kaliarm ist, aber den Pflanzen zugleich nicht die erforderlichen Mengen anderweitiger Nährstoffe, zumal Phosphorsäure, zur Disposition stellen kann. Wenn man diese Verhältnisse berücksichtigt und ferner bedenkt, dass die Stassfurter Salze nicht allein infolge ihres Gehaltes an Pflanzennährstoffen, sondern auch vermöge ihrer Fähigkeit, lösend und zersetzend auf viele Bodenbestandtheile einzuwirken, einen fördernden Einfluss auf das Gedeihen der Pflanzen auszuüben vermögen, so erscheinen jene Dungmittel schon in einem ganz anderen Lichte wie bei oberflächlicher Betrachtung. Von vielen Seiten ist als Ursache der oft nachtheiligen Wirkung der Stassfurter Salze auf das Pflanzenwachsthum ihr bedeutender Gehalt an Chloriden hingestellt worden. Wir werden in der That sehen, dass die Chloride unter Umständen einen schädlichen Einfluss auf die Vegetation geltend machen; in der landwirthschaftlichen Praxis besitzt man aber ein einfaches Mittel, um eine derartige Gefahr abzuwenden. Führen wir einem Boden z. B. Chlorkalium zu, so wird das Kalium sehr energisch absorbirt. Das Chlor tritt dagegen in Verbindung mit Calcium oder Natrium, und die entstandenen Mengen von Chlorcalcium oder Chlornatrium versinken auf einem guten Boden, da sie nicht absorbirt werden, allmählich mit dem Wasser in die Tiefe des Bodens. Werden daher an Chloriden reiche Dünge-

---

[1]) Vgl. M. Maerker, Die Kalisalze und ihre Anwendung. Berlin 1880.

[2]) Vgl. J. Kühn, Fühlings landwirthschaftl. Zeitung, 1883, H. 5, 6 u. 7.

mittel frühzeitig genug in Anwendung gebracht, z. B. zu Sommerfrüchten schon im Herbst vor der Frühjahrsbestellung auf den Boden ausgestreut, so ist die Gefahr einer schädlichen Wirkung der Chlorverbindungen auf die Vegetation beseitigt. Die Stassfurter Salze repräsentiren nach alledem, wenn sie nur unter den geeigneten Verhältnissen und in richtiger Weise benutzt werden, ohne Zweifel höchst werthvolle Dungmittel.

Auf jeden Fall ist übrigens die Thatsache von nicht untergeordnetem physiologischem Interesse, dass die Chloride unter Umständen nachtheilig auf die Vegetation einwirken, und ich habe hier zunächst den Einfluss im Auge, welchen die Chloride auf die Ausbildung der Rübenwurzeln sowie der Kartoffelknollen geltend machen. Gegenwart grösserer Mengen der Chlorverbindungen beeinträchtigt freilich nach sehr vielen Erfahrungen den Gesammtertrag eines Bodens an Rüben uud Kartoffeln nicht, aber wirkt in bedeutsamer Weise deprimirend auf den Zuckergehalt der Wurzeln und auf den Stärkegehalt der Knollen ein.

c. Weniger empfindlich als die Rüben und Kartoffeln einer Düngung mit Stoffen gegenüber, die reich an Chloriden sind, erweisen sich nach den vorliegenden Erfahrungen andere Pflanzen, z. B. die Getreidearten. Sehr erhebliche Mengen der Chloride schädigen diese Gewächse aber ebenfalls und tödten sie sogar schliesslich. Ich habe Weizenpflanzen in Blumentöpfen cultivirt, und den Boden, nachdem sich die Untersuchungsobjecte zunächst einige Zeit lang unter günstigen Vegetationsbedingungen kräftig entwickelt hatten, in dem einen Falle auch fernerhin mit Brunnenwasser, im anderen aber mehrfach mit einer verdünnten Chlornatriumlösung begossen. Die Pflanzen im ersteren Topfe gediehen freudig weiter; diejenigen im zweiten gingen allmählich zu Grunde. Auf die Ursachen dieser letzteren Erscheinung, welche mannigfaltiger Natur sein können, komme ich weiter unten zurück. Einige Gewächse, z. B. die Salsola- und Salicorniaarten, können selbst einen sehr bedeutenden Gehalt des Bodens an Chloriden ohne jeden Schaden ertragen.

Zu a. Mit Rücksicht auf die Untersuchungen Nobbes über den Einfluss des Chlors auf die Vegetation verdient die Thatsache besonders hervorgehoben zu werden, dass bei Chlormangel oder dann, wenn den Untersuchungsobjecten das Chlor nicht in Verbindung mit Kalium als Chlorkalium, sondern in anderer Verbindungsform dargeboten wurde, in den Assimilationsorganen der Pflanzen eine bedeutsame Stärkeansammlung zur Geltung kam.

Das durch Assimilation gebildete Amylum wurde nicht schnell genug aufgelöst; es häufte sich daher an dem Orte seiner Entstehung an, und damit war die Ursache der abnormen oder völlig unterbleibenden Fruchtbildung gegeben. Es liegt nun sehr nahe, diese Erscheinungen mit den Thatsachen in Verbindung zu bringen, welche wir im Laufe unserer Darstellungen bereits kennen lernten. Da die Chloride durch organische Säuren unter Bildung freier Salzsäure zersetzt werden können, diese Salzsäure aber unter Umständen förderlicher auf den Verlauf der Stärkeumbildung durch Diastase als die Menge der organischen Säure, welche zur Bildung der Salzsäure nothwendig war, einwirkt, und sowohl die Bedingungen für das Zustandekommen des Processes der Amylumumbildung durch das Ferment als auch die Bedingungen zur Entstehung von Chlorwasserstoffsäure in den Assimilationsorganen der Pflanzen gegeben sind, so ergiebt sich die Ansicht ganz von selbst, dass den Chloriden in der Pflanze die Function zukommt, einen beschleunigenden Einfluss auf die Auflösung der Amylumkörner geltend zu machen. Dass bei Nobbe's Untersuchungen, die im 13. Bande der Versuchsstationen mitgetheilt sind, gerade das Chlorkalium so besonders günstig auf den Auflösungsprocess der Amylumkörner, resp. auf die Translocation des stickstofffreien plastischen Materials in der Buchweizenpflanze einwirkte, ist mir auch wohl verständlich. Die Nährstofflösungen Nobbes (l. c. p. 332), in welchen das Chlor nicht in Verbindung mit Kalium als Chlorkalium vorhanden war, enthielten, abgesehen von allen übrigen unentbehrlichen Nährstoffen, Chlorcalcium. Dieser Körper liefert, wie schon früher hervorgehoben worden ist, zumal in Contact mit Oxalsäure relativ grosse Salzsäuremengen, und wenn bedeutendere Chlorwasserstoffsäurequantitäten in den Pflanzenzellen entstehen, so wirken dieselben nicht beschleunigend, wie kleinere Salzsäuremengen, sondern im Gegentheil verlangsamend auf den Process der Stärkeumbildung durch Diastase ein.

Im vegetabilischen Organismus können nicht allein die Chloride, sondern ebenso andere Verbindungen, z. B. die Nitrate, und ohne Zweifel auch schwefelsaure sowie phosphorsaure Salze unter Vermittelung der Pflanzensäuren eine Zersetzung erleiden [1]). Da es nun wahrscheinlich ist, dass kleine Salpetersäure-, Schwefelsäure- und Phosphorsäuremengen wie kleine Salzsäuremengen den Process

---

[1]) Ueber die Zersetzung der Nitrate in der Pflanze vgl. Emmerling, Versuchsstationen. B. 17, S. 161.

der Amylumumbildung in bedeutsamerer Weise begünstigen als die zur Bildung dieser Säuren erforderliche Menge organischer Säuren, so sollte man meinen, dass den Chloriden jene Function, welche wir ihnen zugeschrieben haben, gar nicht allein zukäme. In der That ist es zuweilen gelungen, Pflanzen bei Ausschluss von Chloriden zu normaler Entwickelung zu bringen, und dieser Umstand hat A. Mayer[1]) sowie mich[2]) zu der Ansicht geführt, dass die Chloride, wenn die zur Cultur der Pflanzen dienenden Nährstofflösungen eine bestimmte Zusammensetzung besitzen, entbehrt werden können. Wenn dies in sehr vielen Fällen aber nicht möglich ist, wenn die Chloride, zumal das Chlorkalium, im Gegentheil häufig als sehr nützliche Componenten der Nährstofflösungen erscheinen, so erklärt sich diese Erscheinung wie folgt. Die aus ihren Verbindungen unter Beihülfe organischer Säuren in Freiheit gesetzte Salpeter-, Schwefel- und Phosphorsäure wird von der Pflanze verarbeitet. Die Salpetersäure z. B. dient zur Bildung von Proteïnstoffen, sie verschwindet also als solche nach ihrer Entstehung wieder aus den Pflanzenzellen und kann daher höchstens einen ganz untergeordneten Einfluss auf den Process der Stärkeumbildung durch Diastase geltend machen. Anders verhält es sich mit der Salzsäure. Sie erfährt keine Verarbeitung im Organismus, muss sich daher allmählich, wenn auch im Ganzen nur in kleinen Mengen, in den Zellen anhäufen und kann somit continuirlich beschleunigend auf den Verlauf des Stärkeumbildungsprocesses einwirken.

Zu b. Während kleine Mengen der Chloride nach dem Gesagten sehr oft förderlich auf das Gedeihen der Gewächse einwirken, rufen grössere Mengen derselben, zumal bei Rüben- und Kartoffelpflanzen, gewisse abnorme Erscheinungen hervor. Sie beeinträchtigen zwar die Gesammtproduction dieser Gewächse nicht, aber wirken deprimirend auf den Zucker- resp. Stärkegehalt der Reservestoffbehälter ein. Es scheint in der That, wie schon A. Mayer[3]) hervorgehoben hat, durch die Chloride in diesen Fällen der Verbrauch des plastischen stickstofffreien Materials auf Kosten der Ablagerung desselben begünstigt zu werden, und

[1]) Vgl. A. Mayer, Lehrbuch der Agriculturchemie. 1876, Th. 1, S. 253.

[2]) Vgl. Detmer, Lehrbuch d. Pflanzenphysiologie. 1883, S. 58.

[3]) Vgl. A. Mayer, Lehrbuch d. Agriculturchemie. 1876, Th. 1, S. 256.

damit steht die Thatsache in Verbindung, dass chlorhaltige Substanzen, wenn sie gleich eine Qualitätsverschlechterung der Rüben und Kartoffeln hervorrufen, doch sehr oft sogar eine Erhöhung des Gesammtertrages an Wurzeln und Knollen bedingten.

Wenn einem Organ grössere Mengen plastischer Stoffe zur Disposition gestellt werden, so muss dasselbe natürlich — wenn eine gewisse Quantität des plastischen Materials nicht überschritten wird — schneller wachsen als bei Gegenwart kleinerer Quantitäten derartiger Stoffe. Der aus der durch Assimilation gebildeten Stärke entstehende Zucker ist aber im eigentlichsten Sinne des Wortes ein plastischer Stoff, und wenn bestimmte Bedingungen seine Bildung begünstigen, so ist damit die Ursache für das Zustandekommen eines lebhafteren Wachsthums der Zellen gegeben. Wenn z. B. in einer Kartoffelknolle die Umbildung der aus den Blättern der Knolle zugeführten Stärke besonders lebhaft zu Stande kommt, so wird ein grösserer Theil des der Hauptsache nach für die Ablagerung in den Zellen des unterirdischen Organs bestimmten Materials den Zwecken des Wachsthums der Zellhäute preisgegeben als dann, wenn die Zuckerbildung langsamer vor sich geht. Unter den im vegetabilischen Organismus herrschenden Bedingungen muss eine Erhöhung der den Pflanzen zur Disposition stehenden Menge an Chloriden die Salzsäurebildung unter Vermittelung von Pflanzensäuren begünstigen, und damit ist zugleich auch die Bedingung für das Zustandekommen einer schnelleren Umbildung der Amylumkörner, die dann ihrerseits die bezeichneten Folgen haben kann, gegeben.

Zu c. Wenn die Quantität der Chloride, die in den vegetabilischen Organismus übergeht, recht gross ist, und somit eine besonders reichliche Salzsäuremenge in den Zellen entsteht, so wird die Entwickelung der Pflanzen oft in hohem Maasse beeinträchtigt, oder dieselben sterben sogar ab. Die Chloride, resp. die aus diesen hervorgehende Salzsäure, können auf verschiedene Weise nachtheilig auf die Pflanzenzellen einwirken, aber hier verdient die Thatsache unser besonderes Interesse, dass grössere Salzsäurequantitäten einen sehr verlangsamenden Einfluss auf den Process der Amylumumbildung durch Diastase geltend machen und dadurch die Translocationsvorgänge stickstofffreier organischer Stoffe in der Pflanze in bedeutsamer Weise beeinträchtigen. Eine solche Störung der Wanderung des plastischen Materials muss aber aus Gründen, die auf der Hand liegen, von den nachtheiligsten Fol-

gen für die Weiterentwickelung des gesammten Organismus werden [1]).

Uebrigens ist es von vornherein sicher, dass die gleichen Mengen der Chloride keineswegs den nämlichen nachtheiligen Einfluss auf verschiedene Pflanzen geltend machen werden, und damit hängt es auch gewifs zusammen, dass sich manche Gewächse, z. B. Salsola- und Salicorniaarten, der Wirkung der Chloride gegenüber höchst unempfindlich erweisen, während andere sich in der in Rede stehenden Beziehung sehr empfindlich zeigen. Für eine sachgemässe Beurtheilung der Wirkungen der Chlorverbindungen in der Pflanze ist es nämlich, wie bereits an anderer Stelle in dieser Abhandlung betont worden ist, von Wichtigkeit, abgesehen von der Menge der Chloride, auch die Quantität sowie die Natur der in den Zellen vorhandenen und zur Salzsäurebildung dienenden Pflanzensäuren ins Auge zu fassen. Ferner dürfen für den gleichen Zweck die specifischen Eigenthümlichkeiten der Stärkekörner in den Zellen und ebenso das specifische Verhalten des Protoplasma verschiedener Pflanzen den Chloriden, resp. der Salzsäure gegenüber nicht ausser Acht gelassen werden.

Wir sind nach alledem unter Zugrundelegung der Thatsache der eigenthümlichen Wirkung der Chloride auf den Process der Amylumumbildung durch Diastase in der Pflanzenzelle im Stande eine ganze Reihe complicirter physiologischer Erscheinungen auf ihre Ursachen zurückzuführen, und ich glaubte daher den besprochenen Verhältnissen meine besondere Aufmerksamkeit zuwenden zu müssen.

---

[1]) Der Gedankengang, welcher diesen Auseinandersetzungen zu Grunde liegt, schliesst sich in mancher Hinsicht an die durchdachten Darstellungen, welche A. Mayer (Versuchsstationen, B. 16, S. 77) kürzlich gegeben hat, an. Ich lege aber weniger Gewicht auf das Gesammtverhältniss zwischen der den Pflanzen zur Disposition stehenden Menge an Basen einer- und Säuren andrerseits, sondern insbesondere auf die Quantitäten von Chloriden, welche den Pflanzen dargeboten werden.

Dritter Abschnitt.

Der Einfluss niederer Temperaturen und verschiedener Substanzen auf den Process der Stärkeumbildung durch Diastase.

§ 9. Der Einfluss niederer Temperaturen.

Mit Rücksicht auf eine Reihe physiologischer Fragen (vgl. den fünften Abschnitt) war es mir von Interesse zu wissen, ob niedere Temperaturen die Diastase oder den Verlauf des durch dieselbe vermittelten fermentativen Processes in bestimmter Weise beeinflussen. Zunächst untersuchte ich, ob die Stärkeumbildung durch Diastase noch bei Wärmegraden erfolgt, die nur wenig höher als der Gefrierpunkt des Wassers liegen. Kleine Gefässe, die verdünnten Kartoffelstärkekleister, und andere, die Malzauszug enthielten, wurden nach dem Verschliessen ihrer Mündungen unter Wasser, in welchem Eisstücke schwammen, gebracht. Das Vermischen des abgekühlten Kleisters und Malzauszugs erfolgte bei genau bekannter Temperatur, und diese Temperatur wurde auch fernerhin erhalten. Mit Hülfe der Jodreaction liess sich constatiren, dass der Process der Amylumumbildung noch bei einer Temperatur von 4 ° C., ja selbst noch bei einer solchen von + 1.5 ° C., wenn auch nur langsam, vor sich geht.

Eine Reihe weiterer Versuche zur Feststellung des Einflusses niederer Temperaturen auf die Diastase sind z. B. in folgender Weise angestellt worden:

Malzextract verweilte 19 Stunden lang bei 15 ° C. (a). Malzextract verweilte 19 Stunden lang bei 3 ° C. (b). Nachdem die letztere Flüssigkeit nunmehr auf eine Temperatur von 15 ° C. gebracht worden war, wurden je 25 ° C. 0.5procentigen Kartoffelstärkekleisters mit 5 Ccm. von a und b versetzt. Mit Hülfe der Jodreaction liess sich zeigen, dass der abgekühlt gewesene Malzextract ebenso schnell stärkeumbildend wie der nicht abgekühlte wirkte.

Malzextract verweilte 18 Stunden lang bei 12 ° C. (a). Malzextract verweilte 18 Stunden lang bei — 6 ° C. (b). Nachdem beide Flüssigkeiten nunmehr auf gleiche Temperatur gebracht worden waren, wurden je 25 Ccm. Kleister mit 5 Ccm. von a und b versetzt. Beginn des Versuchs 2 U. 7 M.

	Jodreaction von a.	Jodreaction von b.
2 U. 10 M.	Blau.	Blau.
2 „ 15 „	Violett.	Violett.
2 „ 20 „	„	„
2 „ 26 „	Braun.	Braun.
2 „ 33 „	„	„

Als ein Malzextract nicht bei — 6° C., sondern bei — 10° C. gefror, und seine Wirkung auf Stärkekleister nachträglich mit einem anderen Extract, der gleich lange Zeit (16 Stunden) bei 8° C. verweilt hatte, verglichen wurde, liess sich ebenfalls kein Unterschied in der fermentativen Kraft der beiden Flüssigkeiten erkennen.

Höheren Temperaturen gegenüber verhalten sich die Fermente in vieler Hinsicht ähnlich wie das Protoplasma, und dies zeigt sich bekanntlich vor allen Dingen darin, dass sowohl die Fermente wie auch das Protoplasma zu Grunde gehen, wenn höhere Wärmegrade bei Gegenwart des Wassers auf dieselben einwirken, während die nämlichen Temperaturen die Fermente und das Protoplasma bei Wasserabwesenheit häufig nicht besonders nachtheilig beeinflussen. Ganz anders wirken niedere Temperaturen. Das Protoplasma der meisten Pflanzenzellen stirbt ab, wenn das Wasser in den Zellen zu Eis erstarrt ist und nachträglich ein schnelles Aufthauen eintritt. Die Lösungen der Diastase können hingegen gefrieren und schnell aufgethaut werden, ohne dass das Ferment eine nachweisbare Schwächung in seinem stärkeumbildenden Vermögen erfährt.

§ 10. Der Einfluss verschiedener Substanzen auf den Process der Stärkeumbildung durch Diastase.

Ich habe schon im 7. Bande der Zeitschrift für physiologische Chemie darauf hingewiesen, dass der Process der Amylumumbildung durch Diastase zu Stande kommen kann, wenn die Versuchsflüssigkeit eine schwach alkalische Reaction besitzt und ebenso specieller auf die Vorsichtsmaassregeln aufmerksam gemacht, welche bei der Ausführung bezüglicher Beobachtungen Berücksichtigung finden müssen. Wenn man dem Gemisch des Kleisters und des Malzextracts übrigens eine irgendwie bedeutendere alkalische Reaction ertheilt, so wird dadurch jede Wirkung des Ferments auf das Amylum aufgehoben.

In merkwürdig hohem Grade widerstandsfähig erweist sich die Diastase, wie ich bereits im 5. Bande der Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik angegeben habe, der Einwirkung des Chloroforms gegenüber. Weitere Beobachtungen haben bestätigende Resultate geliefert. Ich habe Gemische von Kleister und Chloroform einerseits und andererseits Gemische von Malzextract und Chloroform 20 Stunden lang unter häufigerem Umschütteln stehen gelassen und die Flüssigkeiten darauf vermischt. Es trat die Umbildung der Stärke durch das Ferment noch ein. Diese Thatsache beansprucht ein hohes Interesse, als das Protoplasma der Pflanzenzellen, wie ich schon früher gezeigt habe, durch die Einwirkung des Chloroforms in seinen Functionen mindestens sehr beeinträchtigt wird oder gar seine Lebensthätigkeit völlig einbüsst (vgl. Band 5 der Forschungen). Es kommt hier namentlich auf die vorhandenen Chloroformmengen an, denn während grössere Quantitäten dieses Stoffes die Pflanzenzellen tödten, können selbst gequollene Samen unter dem Einfluss kleinerer Chloroformquantitäten noch zur Keimung gelangen.

Ebenso wie erhebliche Chloroformmengen die Wirksamkeit der Diastase nicht aufheben, vermögen dies auch beträchtliche Schwefelkohlenstoff-, Alkohol- und Benzolmengen nicht. Die bezüglichen Versuche sind in genau entsprechender Weise wie diejenigen, bei deren Ausführung Chloroform benutzt wurde, angestellt worden. Es ist übrigens wahrscheinlich, dass Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Alkohol und Benzol die Wirkung der Diastase auf das Amylum etwas beeinträchtigen. Aber auf keinen Fall üben selbst grössere Mengen jener Flüssigkeiten, wenn sie auch längere Zeit mit der Diastase in Berührung bleiben, einen sehr nachtheiligen Einfluss auf das Ferment aus.

Vierter Abschnitt.

Der Einfluss der Beleuchtungsverhältnisse auf das Wachsthum und die Zuckerbildung bei der Keimung der Knollen von Solanum tuberosum und auf die Entstehung der Diastase in Pflanzenzellen.

§ 11. Der Einfluss der Beleuchtungsverhältnisse auf das Wachsthum sowie die Zucker- und Fermentbildung bei der Keimung der Kartoffelknollen.

a. Das Wachsthum keimender Kartoffelknollen.

Schacht hat im Jahre 1855 die Angabe gemacht, dass im Dunkeln verweilende Kartoffelknollen viel schneller keimen als solche, die dem Einflusse des Lichtes ausgesetzt sind. Er gelangte zu diesem Resultat, indem er einerseits Kartoffelknollen in starkem Packpapier eingewickelt, andererseits aber Knollen der nämlichen Varietät bei Lichtzutritt den Keimungsbedingungen aussetzte. Den Beobachtungen Schacht's gegenüber lassen sich mancherlei Bedenken geltend machen und namentlich ist hervorzuheben, dass der Experimentator nicht ausreichend für einen gleichmässigen Feuchtigkeitszustand seiner Untersuchungsobjecte Sorge trug. Werthvoll sind dagegen die Versuche von Sachs[1]) über den Einfluss der Beleuchtungsverhältnisse auf das Austreiben der Knospen von keimenden Kartoffelknollen. Bei den von diesem Forscher unter Berücksichtigung der erforderlichen Vorsichtsmaassregeln angestellten Versuchen stellte sich namentlich heraus, dass das Licht die Entwickelung der Triebe der keimenden Knollen in ganz erheblicher Weise behindert, während im Dunkeln sehr lange Sprosse aus den Knospen hervorgehen.

Ich habe ebenfalls Versuche über den Einfluss der Beleuchtungsverhältnisse auf die Keimung der Knollen von Solanum tuberosum angestellt, und zwar benutzte ich zwei Kartoffelvarietäten (eine gelbe und eine rothgefleckte Sorte) zu meinen Experimenten. Die Knollen wurden den Keimungsbedingungen in Kästen von 6,5 Cm. Höhe, 34 Cm. Länge und 24 Cm. Breite ausgesetzt. Jeder Kasten hatte zwei Fächer, indem parallel zu den beiden Seitenwandungen in der Mitte jedes Kastens eine Scheidewand

---

[1]) Vgl. Sachs: Botanische Zeitung. 1863. Beilage, S. 15.

aus dicker Pappe aufgerichtet war. Jedes Fach der Kästen wurde mit einer Glasplatte bedeckt. Eine der Glasplatten jedes Kastens war aber, um den Zutritt des Lichtes zu den darunter befindlichen Kartoffelknollen auszuschliessen, mit vielen Bogen weissen Papiers oder mit dicker Pappe beklebt. Den Knollen wurde zu Beginn sowie im Verlaufe der Versuche kein Wasser zugeführt. Die Kästen standen im Zimmer vor dem Fenster, und ich habe namentlich noch dafür Sorge getragen, dass sie fast ausschliesslich von diffusem Lichte getroffen wurden. Die Versuche mit den gelben Kartoffeln begannen am 19. November 1882; die Knollen sind bis in den Sommer 1883 hinein beobachtet worden. Die Versuche mit den rothgefleckten Kartoffelknollen begannen am 1. Mai und dauerten bis zum 31. Juli, also 3 Monate lang. In jedem Fache eines jeden Kastens befanden sich 20 mittelgrosse Knollen.

Einen wesentlichen Unterschied mit Rücksicht auf die Keimfähigkeit und Keimungsenergie der Kartoffelknollen im Licht und im Dunkeln war nicht zu constatiren, d. h. die Anzahl der Knospen, welche unter den verschiedenen Versuchsbedingungen zur Entwickelung gelangte, war nahezu dieselbe [1]) und ebenso begann die Keimung der bei Lichtzutritt sowie der im Dunkeln verweilenden Knollen zur selben Zeit. Dagegen liess sich in anderer Hinsicht ein sehr verschiedenartiges Verhalten der Knollen im Licht und im Dunkeln feststellen. Die ersteren nahmen nämlich in Folge der Bildung von Chlorophyllfarbstoff alsbald ein grünliches Aussehen an, während die Knollen im Dunkeln ihre ursprüngliche Färbung beibehielten. Ausserdem war die Evolutionsintensität der sich im Licht entwickelnden Triebe eine ganz andere wie diejenige der im Dunkeln zur Ausbildung gelangenden. Während der Versuche mit den beiden Kartoffelknollenvarietäten und bei Abschluss derselben liess sich nämlich übereinstimmend constatiren, dass die Triebe der Dunkelknollen sich viel kräftiger als diejenigen der Lichtknollen entwickelten. Messungen und Wägungen der Sprosse der rothgefleckten Kartoffeln, die am 31. Juli, also bei Abschluss der Beobachtungen, vorgenommen wurden, ergaben, dass die Sprosse der Dunkelknollen etwa vier

[1]) Es sei hier noch bemerkt, dass bei der Keimung der Kartoffelknollen hauptsächlich solche Knospen zur Entwickelung gelangen, welche in den Augen vereinigt sind, die ihren Platz am oberen Theil der Knollen, d. h. an demjenigen Ende derselben haben, welches dem Nabelende entgegengesetzt ist.

Mal länger und doppelt so schwer wie diejenigen der Lichtknollen waren. Man hat es hier aber nicht, was besonders betont werden muss, mit einem Unterschiede zu thun, wie er sonst zwischen etiolirten und normal entwickelten Pflanzenindividuen besteht, sondern es zeigt sich auf den ersten Blick bei dem Vergleich der einerseits im Dunkeln, andererseits bei Lichtzutritt zur Entwickelung gelangten Sprosse der Kartoffelknollen, dass hier ganz andere Verhältnisse vorliegen. Die im Dunkeln erwachsenen Triebe zeigen freilich Etiolirungserscheinungen. Die im Licht zur Ausbildung gelangten Triebe sind aber nichts weniger als normal entwickelt, vielmehr zeigen sie ein durchaus verkümmertes Aussehen, was sich namentlich in der höchst unbedeutend eingetretenen Streckung der Stengeltheile und dem dadurch bedingten sehr gedrungenen Bau der Triebe ausprägt. Die Triebe der Kartoffelknollen müssen eben, wenn das Gesammtwachsthum der Pflanze normal erfolgen soll, ihre erste Entwickelung im Dunkeln durchmachen; Lichtzutritt behindert dieselbe aber in hohem Grade.

b. Die Zuckerbildung bei der Keimung der Kartoffelknollen im Licht und im Dunkeln.

Es war für mich von besonderem Interesse der Frage näher zu treten, welche Ursachen das beschränkte Wachsthum der Sprosse solcher Kartoffelknollen, die dem Einfluss des Lichtes ausgesetzt sind, bedingen. In dieser Beziehung liegt nun die Annahme nahe, dass die Triebe sich im Licht deshalb kümmerlich ausbilden, weil ihnen keine genügenden Mengen plastischen Materials, namentlich keine hinreichenden Zuckerquantitäten, aus der Knolle zuströmen. Ich habe deshalb Beobachtungen über den Zuckergehalt (Glycosegehalt) der im Licht einer- sowie der im Dunkeln andererseits verweilenden Knollen angestellt. Es sind stets zwei Knollen (eine Dunkel- und eine Lichtknolle) neben einander untersucht worden. Wenn die Keimung der Knollen bereits eingetreten war, so wurden die Triebe zusammen mit den Knollen in Untersuchung gezogen [1]). Jede Knolle wurde auf einem Reibeisen zu einem feinen Brei zerrieben und demselben 70 Ccm. Wasser hinzugefügt. Nach Verlauf einer Stunde erfolgte das Abfiltriren der vorhandenen Lösung. 10 Ccm. der gewonnenen vollkommen

---

[1]) Die Keimung der gelben Kartoffelknollen begann im Laufe des Januar 1883.

klaren Flüssigkeit dienten unter Zuhülfenahme Fehling'scher Lösung zur Zuckerbestimmung.

Versuche mit gelben Kartoffeln:

Tag der Untersuchung.	Zuckerbestimmung in den Knollen, die bei Lichtzutritt verweilt hatten	Zuckerbestimmung in den Knollen, die im Dunkeln verweilt hatten
13. December 1882 .	Wenig Zucker.	Wenig Zucker.
15. " " . .	Kein "	Kein "
19. " " . .	Kein "	Kein "
2. März 1883 . .	Kein "	Kein "
26. Juli " . .	Kein "	Viel "
29. " " . .	Kein "	Viel "
1. August " . .	Kein "	Viel "

Versuche mit rothgefleckten Kartoffeln:

Tag der Untersuchung.	Zuckerbestimmung in den Knollen, die bei Lichtzutritt verweilt hatten	Zuckerbestimmung in den Knollen, die im Dunkeln verweilt hatten
3. Juli 1883 . .	Kein Zucker.	Viel Zucker.
9. " " . .	Kein "	Viel "
17. " " . .	Kein "	Viel "
23. " " . .	Kein "	Viel "

Die vorstehenden Angaben lassen also keinen Zweifel darüber bestehen, dass das Licht einen grossen Einfluss auf den Zuckergehalt der keimenden Kartoffelknollen ausübt. Auf die Zuckerbildung der keimenden Kartoffelknollen im Allgemeinen komme ich noch im fünften Abschnitte zurück. Hier ist zunächst allein die Thatsache von Interesse, dass Knollen, welche längere Zeit im Dunkeln verweilt haben, reichliche Zuckerquantitäten führen, während die dem Einfluss des Lichtes ausgesetzt gewesenen Knollen keinen Zucker enthalten. Nur einmal (bei einer am 12. Juli vorgenommenen Untersuchung rothgefleckter Kartoffeln) fand ich in der Lichtknolle eine Spur Zucker, während die Dunkelknolle wie gewöhnlich sehr zuckerreich war.

c. Die Diastasebildung bei der Keimung der Kartoffelknollen.

Da der Zucker unter Vermittelung der Diastase aus der Stärke der Kartoffelknollen hervorgeht, so liegt es nahe, den Zuckermangel in den bei Lichtzutritt verweilenden Kartoffelknollen auf eine durch das Licht bedingte beschränkte Fermentbildung in den Zellen der Knollen oder auf eine durch Lichteinfluss hervorgeru-

fene Schwächung der Wirksamkeit der Diastase zurückzuführen. Diese Anschauungen schliessen freilich eine Zuckerbildung in den Knollen nicht völlig aus; aber dieselbe wäre nach den obigen Annahmen auf jeden Fall nur eine unbedeutende und reichte höchstens hin, um eine beschränkte Menge des für das Wachsthum sowie die Athmung der keimenden Knollen erforderlichen Materials zu liefern. Ich werde im nächsten Paragraphen zeigen, dass das Licht keinen nachweisbaren Einfluss auf die Wirksamkeit einer gegebenen Diastasequantität geltend zu machen im Stande ist. Ebenso konnte ich constatiren, dass die Beleuchtungsverhältnisse die Diastasebildung nicht nachweisbar beeinflussen. Es wurden z. B. gleiche Mengen der Extracte, die aus den im Licht und im Dunkeln gekeimten Kartoffeln gewonnen waren (vgl. unter b) mit wenig Stärkekleister vermischt, und der Verlauf der Amylumumbildung in den Flüssigkeiten mit Hülfe der Jodreaction verfolgt. Ein wesentlicher Unterschied im Fortgang des in Rede stehenden Processes war nicht festzustellen, während dies doch hätte der Fall sein müssen, wenn z. B. bei Lichtzutritt in den Zellen der Kartoffelknollen weniger Diastase als im Dunkeln gebildet worden wäre.

Wir gelangen also zu der Annahme, dass bei der Keimung der Kartoffelknollen im Licht einer- und im Dunkeln andererseits die gleichen Zuckermengen entstehen. Da aber in den Lichtknollen kein Zucker nachgewiesen werden kann, und überdies nach dem früher Mitgetheilten in den Lichtknollen weniger Zucker für die Zwecke des Wachsthums der Triebe als in Dunkelknollen verbraucht wird, so folgt, dass das Licht auf irgend welche Processe in den Zellen der Knollen einen wesentlichen Einfluss ausüben muss, welche einen beschleunigten Verbrauch des einmal gebildeten Zuckers herbeiführen, einer Zuckeransammlung in den Zellen dagegen entgegenwirken. Es kommen hier zwei Processe in Betracht. Einmal ist es nämlich möglich, dass das Licht die Stärkerückbildung in den Zellen der Kartoffelknollen begünstigt; weiter könnte das Licht die Athmungsenergie der Zellen steigern und dadurch einer Zuckeranhäufung entgegenwirken. Mit Rücksicht auf den ersteren Punkt verdienen namentlich die schönen Untersuchungen Müller (Thurgaus)[1]) Beachtung, welche ergeben haben, dass der in den von der Mutterpflanze abgelösten Kartoffel-

[1]) Vgl. Müller (Thurgau), Landwirthschaftl. Jahrbücher. B. 11, S. 806.

knollen entstandene Zucker, nicht allein für die Athmung und die Zwecke des Wachsthums Verwendung finden kann, sondern dass derselbe auch aufs Neue in Stärke überzugehen vermag. Andererseits kann die Zuckerabwesenheit in den bei Lichtzutritt keimenden Kartoffelknollen Folge einer durch das Licht bedingten Steigerung der Athmungsenergie der Zellen sein, denn obgleich ich gezeigt habe, dass das Licht die Athmung der Pflanzen im Allgemeinen nicht beeinflusst, giebt es nach meinen Beobachtungen dennoch einzelne Pflanzentheile, die im Licht lebhafter als im Dunkeln athmen [1]).

Nach alledem ist das beschränkte Wachsthum der Triebe keimender Kartoffelknollen bei Lichtzutritt Folge des Mangels an hinreichend grossen Zuckermengen. Freilich entstehen ursprünglich in den keimenden Knollen bei Lichtzutritt wie im Dunkeln die nämlichen Zuckerquantitäten, indessen im Licht wird durch erhöhte Athmung oder beschleunigte Stärkeregeneration — was noch specieller zu untersuchen ist — weit mehr Zucker als im Dunkeln verbraucht, so dass sich derselbe im ersteren Falle nicht in den Zellen anhäufen kann und nur ein beschränktes Wachsthum der jungen Triebe ermöglicht.

§ 12. Weitere Beobachtungen über den Einfluss der Beleuchtungsverhältnisse auf fermentative Processe.

Mit Rücksicht auf die im letzten Paragraphen angestellten Beobachtungen erschien es mir von Wichtigkeit, weiteres Material zur Begründung der Ansicht zu sammeln, dass die Beleuchtungsverhältnisse keinen Einfluss auf die Bildung der Diastase in manchen Pflanzenzellen sowie auf den Verlauf des Vorgangs der Amylumumbildung durch Diastase überhaupt geltend machen.

Je 30 Weizenkörner wurden 24 Stunden lang eingequollen und darauf 5 Tage lang normalen Keimungsbedingungen ausgesetzt. Während dieser Zeit verweilten 30 Körner stets im Dunkeln (a), andere 30 Körner dagegen wurden am Tage von diffusem Licht getroffen (b). Nach 5 Tagen wurden 16 Keimpflanzen von a und b mit je 20 Ccm. Wasser in einem Mörser zerquetscht, und je 10 Ccm. der abfiltrirten Flüssigkeiten mit 10 Ccm. Stärkekleister vermischt. Mit Hülfe der Jodreaction liess sich zeigen, dass der Extract aus den Keimpflanzen von a ebenso schnell stärkeumbildend wie der-

---

[1]) Vgl. Detmer, Sitzungsber. d. Jenaischen Gesellschaft f. Medicin und Naturwissenschaft. 1881.

jenige von b wirkte. Eine zweite Versuchsreihe führte zu dem nämlichen Resultat.

Ferner habe ich je 5 Ccm. Malzextract auf je 25 Ccm. Stärkekleister unter sonst gleichen Umständen einerseits im Dunkeln, andererseits im diffusen Licht einwirken lassen. Es konnte kein Unterschied im Verlaufe des Processes der Stärkeumbildung durch Diastase im Licht und im Dunkeln constatirt werden.

Weitere Versuche sind in folgender Weise angestellt worden. Zu einer grösseren Quantität Malzextract wurde ein Ueberschuss von Alkohol hinzugefügt, und der entstandene Niederschlag, welcher die Diastase enthielt, auf einem Filter gesammelt, mit Alkohol ausgewaschen und getrocknet. Die getrocknete Masse wurde nach dem Zerpulvern mit Wasser übergossen und durch Filtration schliesslich eine vollkommen klare diastasehaltige Flüssigkeit gewonnen. Gleiche Quantitäten der Lösung verweilten in dicht verschlossenen Glasgefässen einerseits im Dunkeln, andererseits bei Lichtzutritt. Die Lösungen blieben diesen Bedingungen 4 Tage, in anderen Versuchen sogar 10 Tage lang ausgesetzt und wurden dann auf ihre stärkeumbildende Kraft untersucht. Es stellte sich heraus, dass bestimmte Mengen der Lösungen, die bei Lichtzutritt verweilt hatten, ebenso schnell amylumumbildend wirkten wie entsprechende Quantitäten der im Dunkeln gehaltenen Flüssigkeiten.

Wenn die ursprünglich klaren Fermentlösungen einige Zeit im Licht oder im Dunkeln verweilt haben, so trüben sie sich, eine Erscheinung, die, wie wir schon früher gesehen haben, unter erheblicher Spaltpilzbildung zu einer Steigerung des Säuregehaltes der Flüssigkeiten führt. Die Säurebildung ist Folge der Spaltpilzvegetation und ruft eine gesteigerte Wirksamkeit der Diastase auf Stärkekleister hervor, vorausgesetzt natürlich, dass die Erhöhung des Säuregehaltes der Lösungen nicht zu erheblich geworden ist. Wenn nun diastasehaltige Lösungen, die während längerer Zeit im Licht oder im Dunkeln verweilt haben, nachträglich die nämliche stärkeumbildende Kraft besitzen, so folgt daraus, wie hier beiläufig bemerkt werden möge, dass die Beleuchtungsverhältnisse keinen Einfluss auf die Entwickelung der vorhandenen Spaltpilzvegetation ausüben. Beeinträchtigte Lichtzutritt z. B. die Spaltpilzentwickelung, so würde sich in einer diastasehaltigen Lösung bei Lichtzutritt auch weniger Säure als im Dunkeln anhäufen, und die stärkeumbildende Kraft einer längere Zeit dem Licht ausgesetzt gewesenen Fermentlösung müsste, was nach meinen Unter-

suchungen nicht der Fall ist, schwächer oder stärker sein als diejenige einer gleichen Fermentlösung, die im Dunkeln verweilt hatte.

Fünfter Abschnitt.

Die Diastasebildung in den Pflanzenzellen.

§ 13. Die Zucker- und Diastasebildung in keimenden Kartoffelknollen.

Die Frage nach der Entstehung des Zuckers (Glycose) in keimenden Kartoffelknollen ist bereits von verschiedenen Beobachtern behandelt worden, indessen da selbst mit Rücksicht auf die bei den bezüglichen Untersuchungen zu constatirenden Thatsachen noch Meinungsdifferenzen herrschen, so erschien es mir im Zusammenhang mit meinen Arbeiten über fermentative Processe von Wichtigkeit, die obige Frage nicht aus dem Auge zu lassen. Ich will meine Beobachtungsresultate zunächst in Kürze mittheilen, um dieselben dann einer Discussion zu unterziehen.

Aus einer Kartoffelknollenmenge von 50 Kilogramm (gelbe Kartoffeln) wurden 42 Stück ausgewählt und in einem lose bedeckten Kasten bei Lichtabschluss im Zimmer aufbewahrt. Die Versuche begannen am 19. November 1882 mit ungekeimten Knollen. Im Laufe des Januar 1883 begann die Keimung der Kartoffeln, so dass vom 23. Januar ab gekeimte Kartoffeln untersucht werden konnten. Von Zeit zu Zeit prüfte ich nämlich die Knollen auf Zuckergehalt. Entweder kam dabei je eine ganze Knolle zur Verwendung, oder es sind nur die ausgeschnittenen Augen, resp. Triebe der Knollen untersucht worden[1]). Das Untersuchungsmaterial wurde auf einem Reibeisen zerrieben, und der erhaltene Brei mit 70 Cc. Wasser (wenn eine ganze Knolle untersucht wurde) oder mit 50 Cc. Wasser (wenn die Augen, resp. Triebe einer Knolle zur Verwendung kamen) vermischt. Nach Verlauf einer Stunde erfolgte das Abfiltriren der vorhandenen Flüssigkeit. Je 10 Cc. der vollkommen klaren, stets sauer reagirenden Filtrate dienten unter Benutzung Fehling'scher Lösung zu den Zuckerbestim-

---

[1]) Die Augen, resp. Triebe wurden in Verbindung mit einem kleinen Theile des Knollengewebes ausgeschnitten.

mungen. Für meinen Zweck waren genaue Bestimmungen nicht erforderlich, vielmehr genügte die Ermittelung der in der folgenden Tabelle zusammengestellten Daten:

Zuckerbestimmungen in den Kartoffelknollen:

Tag der Untersuchung.	Untersuchungsobjecte.	Zuckergehalt.
22. November 1882 .	Augen einer Knolle . . .	Viel Zucker.
29. „ „ .	„ „ „ . . .	Spur Zucker.
4. December „ .	„ „ „ . . .	Spur Zucker.
6. „ „ .	„ „ „ . . .	Kein Zucker.
2. Januar 1883 . .	Eine ganze Knolle mit Augen	Kein Zucker.
5. „ „ . .	„ „ „ „ „	Kein Zucker.
9. „ „ . .	„ „ „ „ „	Kein Zucker.
23. „ „ . .	Triebe einer Knolle . . .	Kein Zucker.
26. „ „ . .	„ „ „ . . .	Wenig Zucker.
4. März „ . .	„ „ „ . . .	Wenig Zucker.
7. Juni „ . .	„ „ „ . . .	Viel Zucker.
4. Juli „ . .	„ „ „ . . .	Viel Zucker.

Mit Bezug auf das Vorhandensein von Diastase in den Kartoffelknollen ist zunächst zu bemerken, dass die Gegenwart des Zuckers in denselben zu Beginn der Beobachtungen von vornherein auf die Anwesenheit des Ferments schliessen lässt, denn der Zucker entsteht ja aus der Stärke unter Vermittelung der Diastase. Freilich wollte es mir im Laufe des Januar nicht gelingen, in den Knollen das Vorhandensein von Diastase direct zu constatiren, indem bei verschiedenen Versuchen, die am 2. und 9. Januar angestellt wurden, in Gemischen von je 20 Cc. Extract aus ganzen Knollen und je 5 Cc. Stärkekleister selbst nach Verlauf von 24 Stunden kein Zucker nachgewiesen werden konnte und ebenso keine Veränderung der Jodreaction zu bemerken war. Aber es ist wohl sicher, dass die Knollen zur angegebenen Zeit nur zu kleine Diastasemengen enthielten, um das Vorhandensein derselben mit Hülfe der uns zur Verfügung stehenden Methoden nachweisen zu können. Wenn die Keimung der Kartoffelknollen begonnen hatte, so bildeten sich allmählich grössere Fermentmengen in ihren Zellen. Im März liess sich das Vorhandensein der Diastase in den Knollen schon sicher feststellen; später nahm die Menge der Diastase entschieden zu.

Für die Beurtheilung der Frage nach dem Zuckergehalt der reifen und keimenden Kartoffelknollen sind die vorhandenen Angaben über das Auftreten der Diastase in den Knollen natürlich

nicht ohne Bedeutung. Namentlich sind aber für die erwähnte Frage jene Resultate von Wichtigkeit, zu denen Müller (Thurgau) (vgl. landwirthschaftl. Jahrbücher B. 11) kürzlich bei seinen schönen Untersuchungen über Zuckeranhäufung in Pflanzenzellen gelangt ist. Ich setze voraus, dass der Leser der Hauptsache nach mit dem Inhalt der erwähnten Arbeit bekannt ist, und bemerke hier nur, dass sich nach Müller Zucker in den Zellen solcher Pflanzentheile ansammeln muss, die niederen Temperaturen ausgesetzt werden, weil unter diesen Umständen namentlich der Athmungsprocess der Zellen ausserordentlich herabgedrückt wird, und somit der grösste Theil des gebildeten Zuckers als solcher erhalten bleibt. Ich kann die Angaben Müller's vollkommen bestätigen, dass in Kartoffelknollen, die keinen Zucker enthalten, eine erhebliche Zuckeransammlung erfolgt, wenn die Untersuchungsobjecte längere Zeit hindurch einer Temperatur von nur 0—3 ° C. ausgesetzt werden, und dass ebenso die Zuckermenge in zuckerarmen Knollen unter dem Einflusse niederer Temperaturen bedeutend wächst. Bei niederer Temperatur ist freilich die Zuckerbildung in den Zellen geringfügiger als bei höherer Temperatur, aber in Folge der sehr beschränkten Athmung der Zellen tritt unter den ersteren Umständen trotzdem eine Zuckeranhäufung in den Knollen ein, während der gebildete Zucker bei höherer Temperatur seiner Gesammtmenge nach verbraucht werden kann.

Dass in den von mir untersuchten Kartoffelknollen bei Beginn der Versuche Zucker vorhanden war, ist leicht begreiflich, da die Knollen, bevor ich dieselben in die Hand bekam, in einem kalten Raum verweilt hatten. Von Anfang der Versuche ab verweilten die Knollen nun aber in einem warmen Zimmer, und jetzt verschwand der Zucker alsbald aus ihren Zellen. Das Verhältniss zwischen Zuckerbildung einer- und Zuckerverbrauch andererseits war ein derartiges, dass Zuckeranhäufung nicht stattfinden konnte. Wenn nun aber mit beginnender Keimung der Knollen die Zuckerbildung in Folge der Entstehung beträchtlicherer Fermentmengen in den Zellen bedeutender wurde, so konnte nicht mehr der sämmtliche erzeugte Zucker, selbst bei höherer Temperatur, verbraucht werden, und er häufte sich aus diesem Grunde in den Untersuchungsobjecten immer mehr und mehr an.

Bei der Beurtheilung der Frage nach dem Zuckergehalt der Kartoffelknollen ist nach alledem also Gewicht zu legen auf die äusseren Umstände, denen sich die Knollen ausgesetzt befinden, und auf das durch diese Umstände sowie durch die specifischen

Eigenschaften der Kartoffelsorten und Individuen bedingte Verhältniss zwischen Zuckerbildung einer- und Zuckerverbrauch andererseits. Die Zuckerbildung ihrerseits ist in ihrer Grösse zumal abhängig von der vorhandenen Diastasemenge, während die Grösse des Zuckerverbrauchs sich von der Athmungsenergie der Zellen, von der Lebhaftigkeit, mit der die Processe der Stärkeregeneration erfolgen, sowie von dem Verlaufe der Wachsthumsvorgänge bei der Keimung der Kartoffelknollen abhängig erweist. Die Resultate, zu denen man bei der Untersuchung der Kartoffelknollen auf Zucker gelangt, können demnach nur verstanden werden, wenn man in jedem einzelnen Falle die soeben geltend gemachten Momente speciell berücksichtigt. Dabei ist aber mit grosser Vorsicht zu verfahren, denn ich habe mich davon überzeugt, dass selbst im Zuckergehalt verschiedener Individuen einer Kartoffelvarietät wesentliche Differenzen bestehen können. Gewöhnlich enthalten z. B. die Kartoffelknollen vom Beginn der Keimung an mehr oder minder grosse Zuckermengen. Ich habe aber auch Kartoffelknollen gefunden, die im Dunkeln verweilt hatten, und trotz begonnener Entwickelung ihrer Triebe absolut zuckerfrei waren. Offenbar findet in solchen Individuen eine verhältnissmässig beschränkte Diastasebildung statt, und die erzeugte relativ geringe Zuckerquantität kann ihrer Gesammtmenge nach unter den herrschenden äusseren Umständen (nicht zu niedrige Temperatur) verbraucht werden.

Die älteren Angaben über das Auftreten des Zuckers in den Kartoffelknollen sind von H. de Vries (landwirthschaftl. Jahrbücher B. 7, S. 227) zusammengestellt worden. Nach dem Gesagten kann hier wohl auf eine Discussion dieser Angaben verzichtet werden; zum Theil ist eine solche auch gar nicht durchzuführen, weil die Autoren sich nicht genau genug über die Bedingungen ausgesprochen haben, denen ihr Beobachtungsmaterial vor der Untersuchung ausgesetzt gewesen war.

§ 14. Der Einfluss des atmosphärischen Sauerstoffes auf die Entstehung der Diastase in den Pflanzenzellen.

Für die vergleichende Untersuchung der Stoffwechselprocesse, welche sich in den einerseits bei Zutritt des freien atmosphärischen Sauerstoffs, andererseits bei Abschluss desselben verweilenden Pflanzenzellen abspielen, besitzt natürlich die Frage nach der Entstehung stärkeumbildender Fermente unter den bezeichneten verschiedenen Bedingungen eine recht grosse Bedeutung. Ich habe

dieser Frage daher ein besonderes Interesse zugewendet nnd die wichtigsten Resultate meiner Untersuchungen bereits in Nr. 37 des laufenden Jahrgangs der botanischen Zeitung mitgetheilt.

Wortmann (vgl. Zeitschrift f. physiologische Chemie, B. 6, S. 306) giebt an, dass die Bacterien nur bei Zutritt der Luft, nicht aber bei Abwesenheit des freien Sauerstoffs im Stande sind, ein stärkeumbildendes Ferment zu erzeugen. Baranetzky (vgl. dessen Abhandlung: Die stärkeumbildenden Fermente in den Pflanzen, 1878, S. 19) hat ferner darauf aufmerksam gemacht, dass Gerstenkeimpflanzen, die, in grösserer Masse zusammengehäuft, zur Entwickelung gebracht worden waren, diastaseärmer als solche Gerstenkeimpflanzen sind, welchen bei ihrer Entwickelung reichlichere Mengen freien Sauerstoffs zur Disposition standen. Diese Thatsache kann wohl dahin gedeutet werden, dass der Sauerstoff begünstigend auf den Process der Fermententstehung einwirkt, aber sie lässt in dieser Hinsicht gar keine sichere Schlussfolgerung zu, denn es ist z. B. möglich, dass die in grösseren Massen zusammengehäuften und zum Keimen gebrachten Untersuchungsobjecte nur deshalb fermentärmer sind, weil eine zu bedeutende Erwärmung derselben die Fermentbildung beeinträchtigte.

Als Untersuchungsobjecte dienten mir zur Beantwortung der Frage, ob Sauerstoffzutritt und Sauerstoffabwesenheit einen nachweisbaren Einfluss auf die Diastasebildung in den Zellen höherer Pflanzen geltend zu machen vermögen, die Körner, resp. Keimpflanzen von Triticum vulgare. Je 20—30 Stück wohlausgebildeter Körner von möglichst gleicher Grösse wurden in retortenartige Gefässe von ca. 90 Ccm. Capacität gebracht, und die Gefässe dann mit ausgekochtem und wieder völlig abgekühltem destillirtem Wasser angefüllt. Die Apparate wurden jetzt derartig aufgestellt, dass ihre Mündungen unter Quecksilber tauchten. Nach Verlauf von 24 Stunden, in welcher Zeit die ursprünglich lufttrockenen Früchte in den gequollenen Zustand übergegangen waren, wurde das Wassser in den retortenartigen Gefässen bis auf einen ganz kleinen Rest durch atmosphärische Luft oder reines Wasserstoffgas verdrängt. Die geringe Wassermenge blieb in den Apparaten zurück, um die Untersuchungsobjecte vor dem nachtheiligen Einflusse von Quecksilberdämpfen zu schützen.

Den Wasserstoff stellte ich durch Uebergiessen arsenfreien Zinks mit verdünnter Schwefelsäure dar. Zur völligen Reinigung, namentlich zur Beseitigung eventuell vorhandener Spuren von Schwefelwasserstoff nnd Kohlenwasserstoffen, wurde das Gas vor

der Verwendung zunächst durch eine wässerige Lösung von salpetersaurem Silberoxyd und dann durch eine wässerige Lösung von übermangansaurem Kali geleitet. Sämmtliche Versuche sind bei einer Temperatur von etwa 20 ° C. und bei Lichtabschluss durchgeführt worden.

Von den zahlreichen Versuchen, welche ich zur Beantwortung der gestellten Frage ausführte, mögen hier nur wenige specielle Erwähnung finden, da alle der Hauptsache nach das nämliche Resultat lieferten.

Am 25. Juni wurden 25 Weizenkörner eingequollen und das Wasser in dem retortenartigen Gefässe am 26. Juni durch atmosphärische Luft verdrängt. Am 29. Juni wurden 20 Stück der Keimpflanzen in einem Mörser mit 20 Ccm. Wasser zerquetscht, um die gewonnene Lösung abzufiltriren. 5 Ccm. des Filtrats wurden mit 10 Ccm. Stärkekleister versetzt (a). Andere 5 Ccm. des Filtrats wurden nach Hinzufügung einer Spur Citronensäure mit 10 Ccm. Stärkekleister versetzt (b). Der Verlauf des Processes der Amylumumbildung konnte mit Hülfe der Jodreaction verfolgt werden.

Beginn der Versuche um 2 U. 30 M.

		Jodreaction von	
		a	b
29.|6.	2 U. 40 M.	Blau.	Violett.
„	3 „ 50 „	Violett.	Braun.
„	5 „ 30 „	Braun.	Gelb.
30.|6.	10 „ — „	Gelb.	Gelb.

Dieser Versuch lehrt also, dass Weizenkörnerpflanzen nicht unerhebliche Diastasemengen enthalten, und dass die aus Weizenkeimpflanzen gewonnenen Diastaselösungen ebenso wie die aus Gerstenkeimlingen hergestellten, auf Zusatz kleiner Säuremengen energischer stärkeumbildend wirken als ohne diesen Säurezusatz.

Am 2. Juli wurden in zwei retortenartige Gefässe (a und b) je 30 lufttrockene Weizenkörner gebracht, und die ersteren mit Wasser angefüllt. Am 3. Juli wurde das Wasser des Apparates a durch atmosphärische Luft, dasjenige des Apparates b durch reines Wasserstoffgas verdrängt. Die Gefässe blieben, mit ihren Mündungen unter Quecksilber getaucht, bis zum 5. Juli ruhig stehen. Nach Verlauf dieser Zeit hatte sich der Embryo der Körner von a beträchtlich entwickelt; im Wasserstoffgas war hingegen keine Evolution der Embryonen eingetreten. Es gelangten nunmehr nicht sämmtliche Untersuchungsobjecte, sondern nur je 20

Körner von a und b zu den weiteren Beobachtungen zur Verwendung. Ausserdem wurden noch 20 ungekeimte, lufttrockene Weizenkörner in Untersuchung gezogen (c). Je 20 Weizenkeimpflanzen, resp. Weizenkörner von a, b und c wurden mit je 20 Ccm. Wasser in einem Mörser sorgsam zerquetscht, um die gewonnenen Lösungen nach einiger Zeit abzufiltriren. Die resultirenden klaren Flüssigkeiten mussten das diastatische Ferment der Untersuchungsobjecte enthalten. Um über die Quantität des vorhandenen Ferments Aufschluss zu erlangen, stellte ich die folgenden Beobachtungen an:

1. 5 Ccm. des Extracts derjenigen Keimpflanzen, die sich in Contact mit atmosphärischer Luft entwickelt hatten, wurden mit 10 Ccm. dünnflüssigen Stärkekleisters (bereitet durch Kochen von Stärkekleister mit Wasser) vermischt;

2. 5 Ccm. des Extracts der Untersuchungsobjecte, die in Wasserstoffgas verweilt hatten, wurden mit 10 Ccm. des Kleisters vermischt;

3. 5 Ccm. des Extracts derjenigen Untersuchungsobjecte, die sich mit Wasserstoffgas in Contact befunden hatten, wurden aus Gründen, die weiter unten hervorgehoben werden sollen, zunächst mit einer Spur Citronensäure versetzt und dann mit 10 Ccm. des Kleisters vermischt;

4. 5 Ccm. des Extracts aus den ruhenden Weizenkörnern wurden mit 10 Ccm. des Kleisters vermischt;

5. 5 Ccm. des Extracts aus den ruhenden Weizenkörnern wurden zunächst mit einer Spur Citronensäure versetzt und dann mit 10 Ccm. des Kleisters vermischt.

Das diastatische Ferment konnte unter den bezeichneten Umständen umbildend auf das Amylum einwirken. Mit Hülfe der Jodreaction liess sich Folgendes feststellen: 10 Minuten nach Beginn des Versuches färbten sich Proben aller Versuchsflüssigkeiten auf Jodzusatz noch blau. 3 Stunden später färbte sich eine Probe von 1 auf Jodzusatz braun; Proben von 2, 3, 4 und 5 nahmen auf Jodzusatz aber eine violette Färbung an. Nach weiteren 15 Stunden färbte sich eine Probe von 1 auf Jodzusatz nur schwach gelblich; Proben der sämmtlichen anderen Flüssigkeiten nahmen aber auf Jodzusatz noch immer eine violette Färbung an. Bald nach Beginn des Versuchs war die Flüssigkeit 1 vollkommen klar. Die Flüssigkeiten 2, 3, 4 und 5 klärten sich erst nach Verlauf von etwa 2 Stunden, es ist aber zu bemerken,

dass die Flüssigkeiten 3 und 5, die einen kleinen Säurezusatz erhalten hatten, früher klar wurden als die Flüssigkeiten 2 und 4.

Am 10. Juli wurden in zwei retortenartige Gefässe (a und b) je 30 lufttrockene Weizenkörner gebracht, und die ersteren mit ausgekochtem Wasser angefüllt. Am 11. Juli wurde das Wasser des Apparats a durch atmosphärische Luft, dasjenige des Apparats b durch Wasserstoffgas verdrängt. Die Gefässe blieben, mit ihrer Mündung unter Quecksilber getaucht, bis zum 13. Juli ruhig stehen. Nach Verlauf dieser Zeit hatte sich der Embryo der Keimpflanzen von a beträchtlich entwickelt; im Wasserstoffgas war keine Keimung eingetreten. Je 20 Körner von a und b wurden nunmehr mit je 20 Ccm. Wasser im Mörser zerquetscht und je 5 Ccm. der durch Filtration gewonnenen Flüssigkeiten mit 20 Ccm. Kartoffelstärkekleister vermischt. Nach Verlauf von 20 Stunden zeigte eine Probe der Flüssigkeit von a auf Jodzusatz eine gelbe Farbe, während sich eine Probe der Flüssigkeit von b auf Jodzusatz noch violett färbte.

Die Resultate dieser Versuche sowie anderer von mir angestellter Experimente lassen deutlich erkennen, dass die ruhenden Weizenfrüchte eine kleine Menge eines diastatisch wirkenden Ferments enthalten, denn nach Verlauf längerer Zeit färbte sich das Gemisch des Extracts aus den Körnern und des Stärkekleisters auf Jodzusatz nicht mehr wie zu Beginn der Versuche blau, sondern violett. Erfolgt die Keimung des Weizens bei Zutritt der atmosphärischen Luft, so erzeugen die Keimpflanzen eine beträchtliche Menge eines diastatischen Ferments. Bei Sauerstoffmangel, d. h. in einer Atmosphäre reinen Wasserstoffes, findet keine Fermentbildung statt; die Untersuchungsobjecte, welche im Wasserstoffgas verweilt haben, enthalten die nämliche kleine Menge des diastatischen Ferments wie die ungekeimten, ruhenden Weizenkörner. Der Zutritt freien Sauerstoffs ist demnach eine nothwendige Bedingung für die Entstehung des stärkeumbildenden Ferments.

Dieser Schlussfolgerung gegenüber liessen sich vielleicht noch einige Bedenken geltend machen.

1. Man könnte sagen, dass die im Wasserstoffgas verweilenden Untersuchungsobjecte deshalb keine Diastase bilden, weil sich in ihren Zellen überhaupt gar keine Lebensprocesse abspielen, und weil sie alsbald absterben. Ein solches Bedenken muss indessen zurückgewiesen werden. Wir wissen nämlich, dass in den Zellen solcher Pflanzentheile, die bei Sauerstoffausschluss verwei-

len, recht lebhafte, mit innerer Athmung verbundene Stoffwechselprocesse zur Geltung kommen, und ich habe specielle Beobachtungen angestellt, deren Resultate beweisen, dass die Weizenkörner nach längerem Verweilen im Wasserstoffgas noch in hohem Grade lebensfähig sind. Wurden dieselben nämlich nachträglich normalen Keimungsbedingungen ausgesetzt, so entwickelten sich die Embryonen alsbald.

2. Es ist von mir der unzweifelhafte Nachweis geliefert worden, dass Säuregegenwart den Verlauf des Processes der Amylumumbildung durch Diastase in wesentlicher Weise beeinflusst. Sehr kleine Säurequantitäten wirken beschleunigend, grössere aber verlangsamend auf diesen Vorgang ein. Man könnte nun sagen, dass der Extract jener Untersuchungsobjecte, welche im Wasserstoffgas verweilt hatten, deshalb weniger energisch umbildend auf den Stärkekleister einwirkte, weil sein Gehalt an freier Säure im Vergleich zu demjenigen der Keimpflanzen, welche sich in Contact mit atmosphärischer Luft entwickelt hatten, entweder zu gering oder zu bedeutend gewesen war. Dagegen ist aber zu bemerken, dass die Reaction der Extracte aus den Untersuchungsobjecten, die sich mit atmosphärischer Luft einer- und mit Wasserstoffgas andererseits in Berührung befunden hatten, keine wesentlichen Differenzen erkennen liess. Um aber jeden Zweifel zu beseitigen, habe ich einem Theil der Extracte aus den Wasserstoffuntersuchungsobjecten und ebenso einem Theil der Extracte aus den ruhenden Weizenkörnern, wie dies oben specieller angegeben wurde, eine Spur Citronensäure hinzugefügt. Dieser Säurezusatz beschleunigte die Fermentwirkung aber nur in ganz unbedeutendem Grade, während ein entsprechender Säurezusatz zu den Extracten aus den Luftkeimpflanzen die Wirkung derselben auf den Stärkekleister im hohen Grade begünstigte. Daraus folgt, dass die schwache Wirkung der Extracte aus den ruhenden Weizenkörnern sowie den Untersuchungsobjecten, die in Contact mit Wasserstoffgas verweilt hatten, nicht Folge eines zu unbedeutenden Säuregehaltes derselben gewesen sein kann. Andererseits geht aber auch aus den Versuchen hervor, dass die erwähnten Extracte nicht etwa in Folge eines zu erheblichen Säuregehaltes eine nur schwache stärkeumbildende Kraft besassen, denn wäre dies der Fall gewesen, so hätte der Säurezusatz die Wirkung der diastasehaltigen Flüssigkeiten auf den Stärkekleister nicht, wie es thatsächlich der Fall gewesen ist, um ein Geringes begünstigen können.

Aus meinen Untersuchungen geht nach alledem unzweifelhaft hervor, dass in den Zellen höherer Pflanzen bei Abwesenheit des freien Sauerstoffs kein stärkeumbildendes Ferment erzeugt werden kann. Zutritt freien Sauerstoffs ist eine nothwendige Bedingung für die Entstehung der Diastase, und zwar bildet sich das Ferment unter Vermittelung des freien Sauerstoffes ohne Zweifel aus den Eiweissstoffen des Protoplasma.

Inhaltsübersicht.

Seite

Dritter Abschnitt.

Der Einfluss niederer Temperaturen und verschiedener Substanzen auf den Process der Stärkeumbildung durch Diastase.

Vierter Abschnitt.

Der Einfluss der Beleuchtungsverhältnisse auf das Wachsthum und die Zuckerbildung bei der Keimung der Knollen von Solanum tuberosum und auf die Entstehung der Diastase in Pflanzenzellen.

Fünfter Abschnitt.

Die Diastasebildung in den Pflanzenzellen.

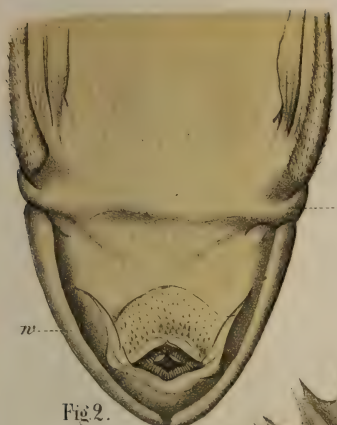


Fig. 2.

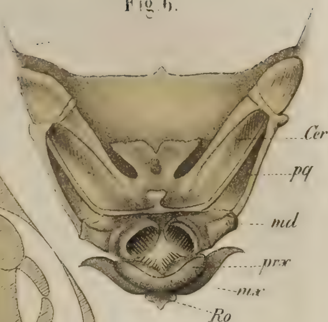
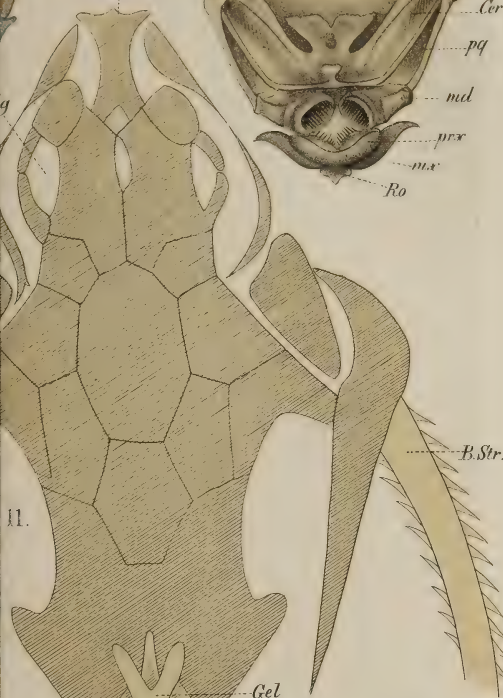


Fig. 6.





11.

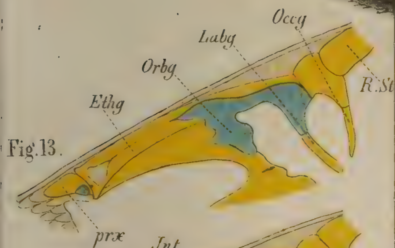


Fig. 13.

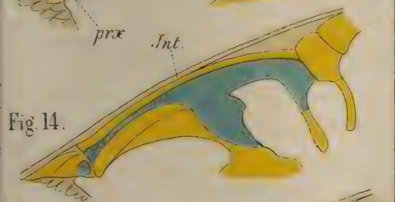


Fig. 14.

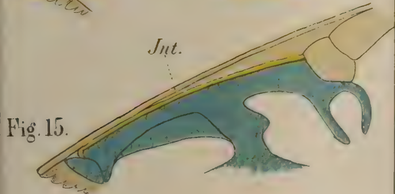


Fig. 15.



Fig. 8.



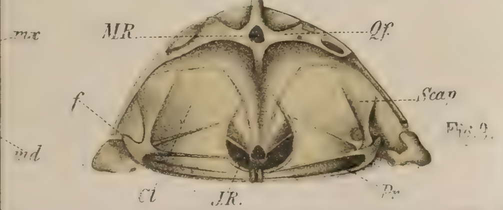
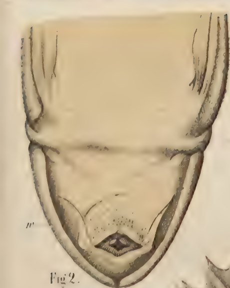
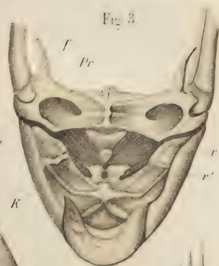


Fig. 9.

del. Emil A. Göldi.


Fig 2.
Clw
w


Fig 3.
f
Pr
r
r'
K

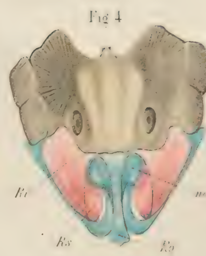
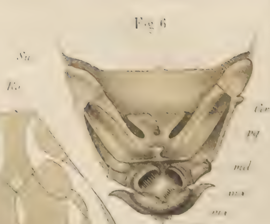
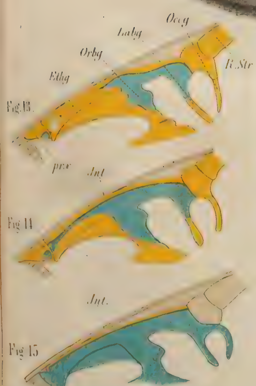
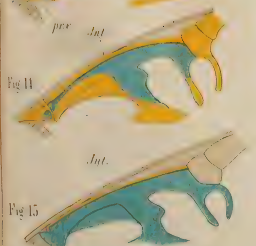
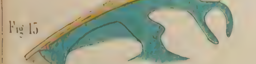

Fig 4
Ko
na
Ks

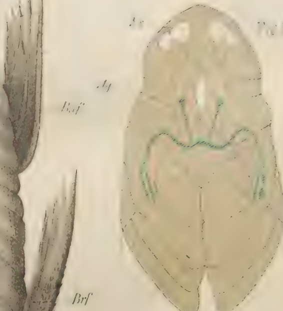

Fig 5
pq
md
prx
pal
Ag


Fig 6
pq
md
mx
Ko


Fig 13.
Occg
Labg
Orbg
Ethg
R. Str
prx


Fig 14
Int


Fig 15
Int.


Fig 1.
Fig 10.
Brf
na

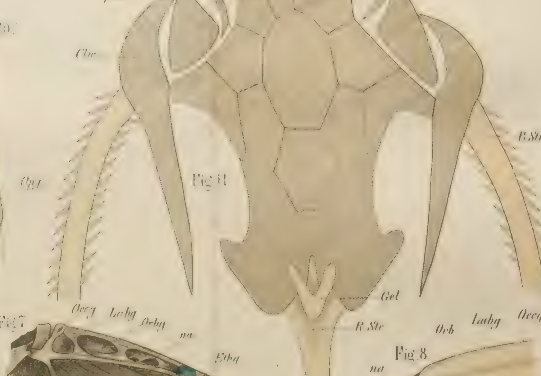
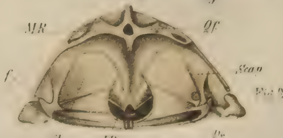
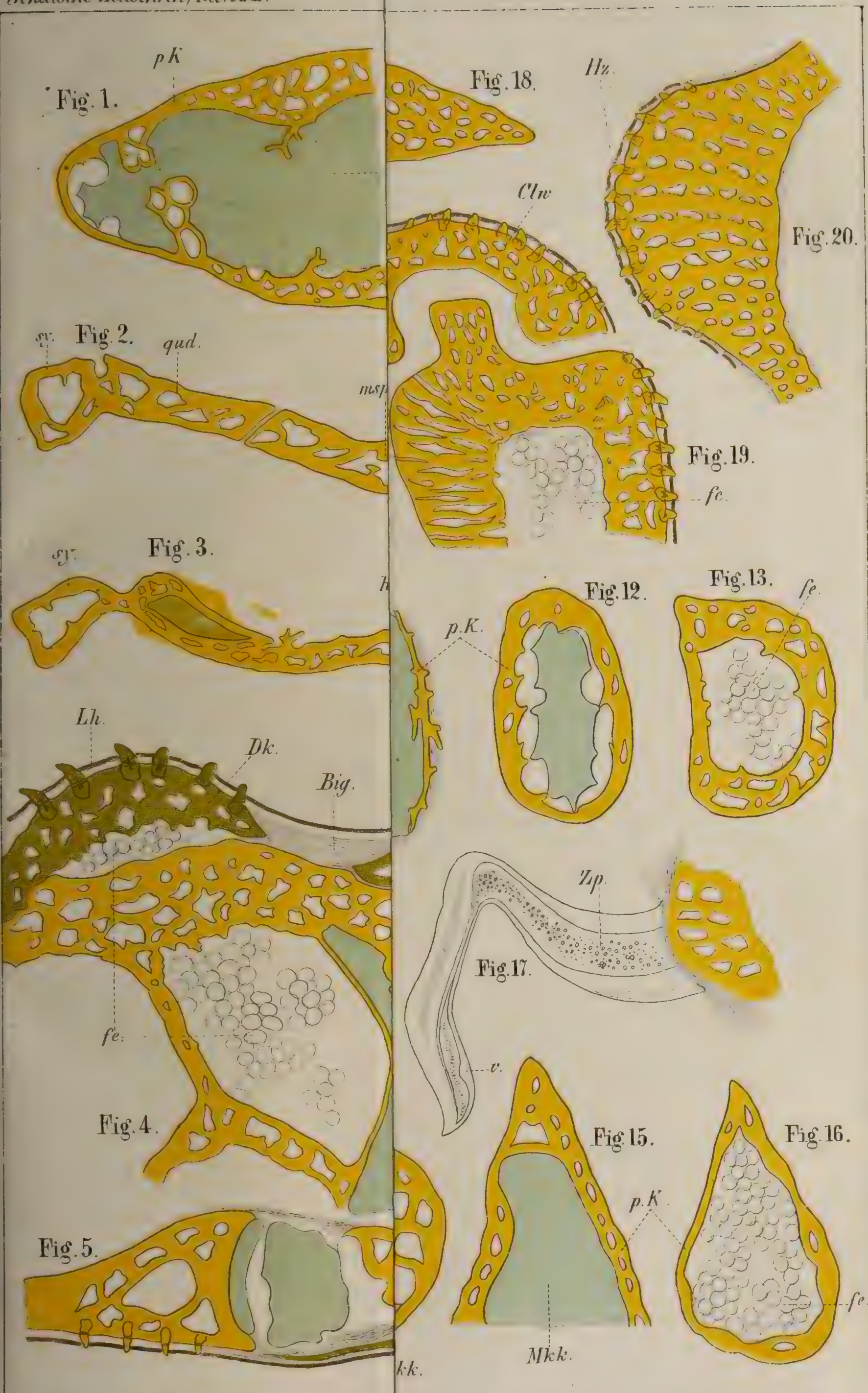

Fig 11
Clw
R. Str
Gel
Orb
Labg
Occg


Fig 7
Fig 12.
Occg
Labg
Orbg
na
Ethg
Cl
pq
Orbg
Scap
pal
hy
qud


Fig. 8.
na
pal
md
qud
sy
hy

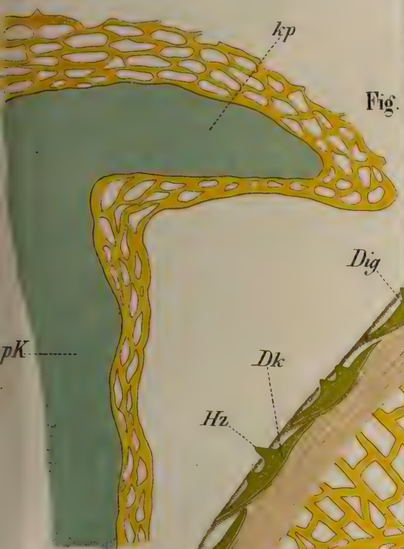

Fig 9.
Qf
f
Pr



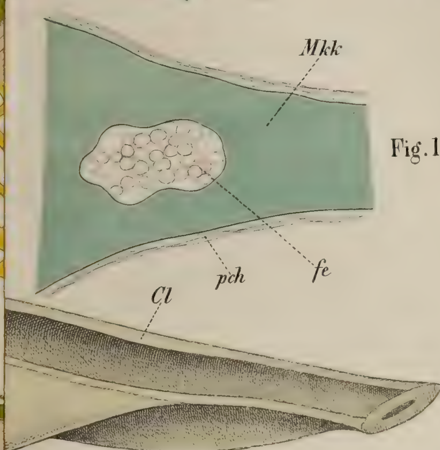
del. Emil A. Göldi.

Lith. Anst. v. G. C. Müller, Jena.

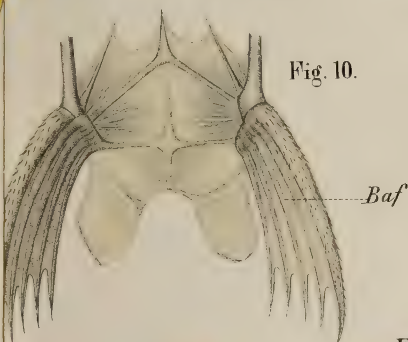

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18
Fig. 19.
Fig. 20.

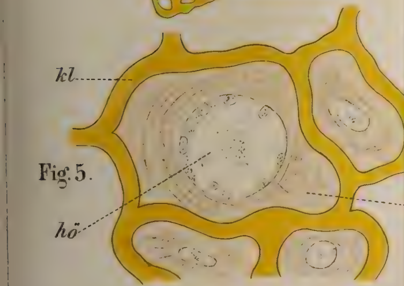




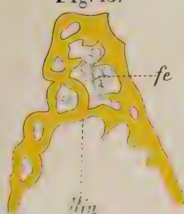


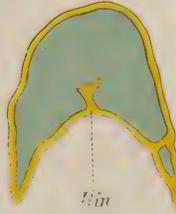












del. Emil A. Göldi.

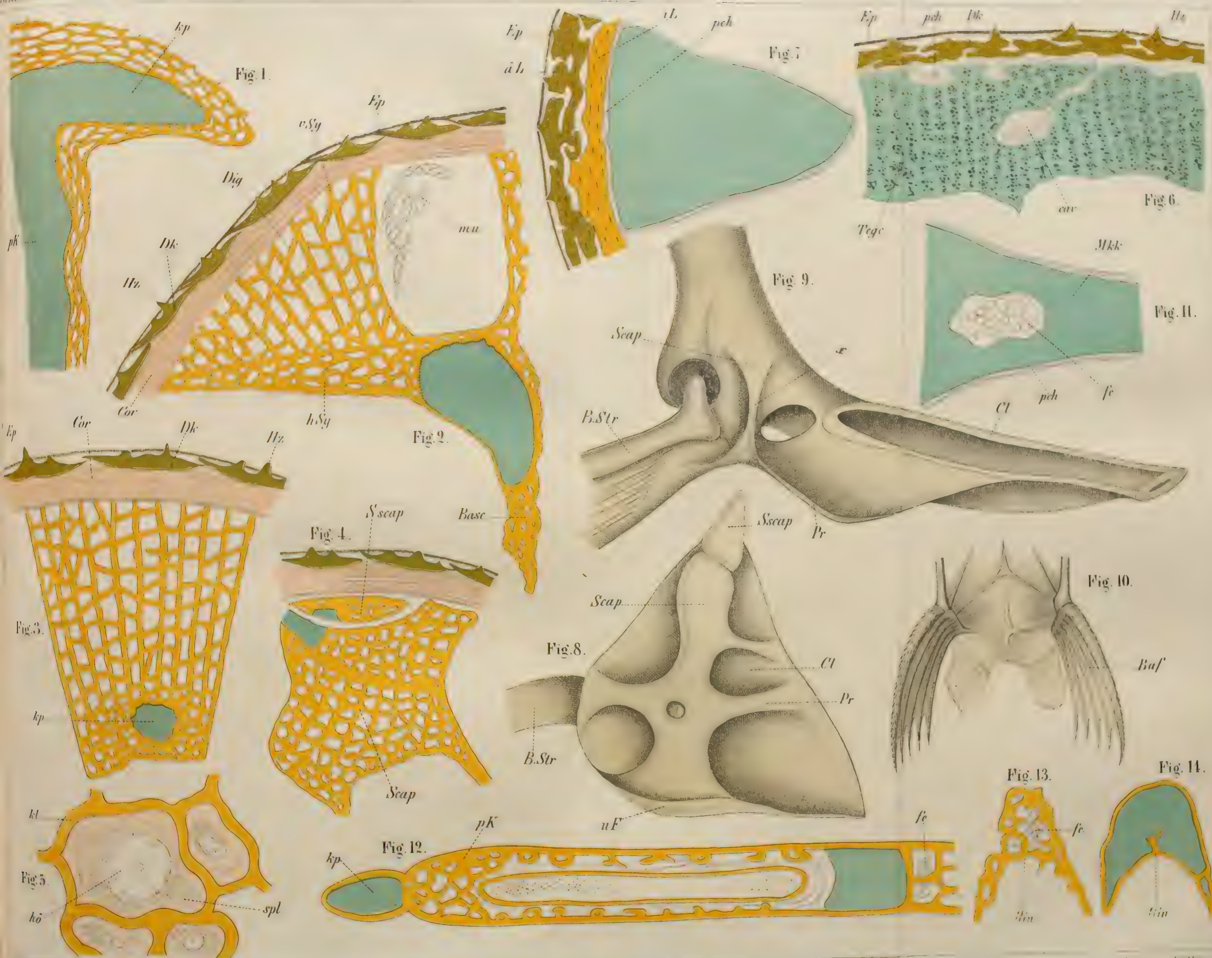


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
kp
pK
Ep
v.Sy
Dig
Dk
Hz
Cor
h.Sy
mu
Basc
iL
äL
pch
Tegc
cav
Mkk
fc
Scap
B.Str
Cl
Pr
Sscap
S.scap
Baf
uF
kl
hö
spl

Kopfskelett und Schultergürtel

von

Loricaria cataphracta, Balistes capriscus und Accipenser ruthenus.

Vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Studien zur Deckknochenfrage.

Von

Emil August Göldi.

Mit Tafel IV—VI.

Vorwort.

Eine oberflächliche Durchsicht nachstehender Blätter möchte es sonderbar erscheinen lassen, dass ich so fremdartige und anscheinend so weit von einander abliegende Objekte zum Gegenstande meiner Untersuchung machen konnte. Bei einem genaueren Eingehen auf dieselbe aber wird man in der Darstellung sowohl wie in den Resultaten den inneren Zusammenhang erkennen und in der Frage nach dem Verhältniss der sogenannten primären Verknöcherung zu der secundären den Schwerpunkt der ganzen Arbeit finden.

Ich wollte ursprünglich bloss Kopfskelett und Brustgürtel von Loricaria cataphracta untersuchen. Als sich aber das eine Exemplar, welches mir von Prof. Hertwig gütigst überlassen worden war, wenig geeignet erwies, eine Lösung der obigen Frage zu ermöglichen, wendete ich mich aus leicht einzusehenden Gründen zur Untersuchung von Sclerodermen. Am leichtesten zu beschaffen war Balistes capriscus. Ein in mittlerem Alter stehendes Exemplar verdankte ich wiederum Prof. Hertwig. Sodann stand mir behufs Vergleichung der in Spiritus conservirte Schädel eines sehr grossen Exemplares aus dem anatomischen Museum hiesiger Universität zur Verfügung. Drei junge Individuen verschaffte ich mir durch Vermittlung eines Freundes aus der

Sammlung der zoologischen Station in Neapel. Der Vollständigkeit halber untersuchte ich ausserdem noch Accipenser ruthenus, von dem mir von Prof. O. Hertwig 2 durch Prof. Salensky in Kasan beschaffte junge Exemplare freundlichst überlassen wurden. Präparate von Schultergürteln und Schädeln verschiedener Teleostier aus dem Jenenser anatomischen Museum leisteten mir bei Vergleichung gute Dienste. Der Plan mich behufs Beschaffung von jungen Lepidosteus-Exemplaren mit Balfour in Verbindung zu setzen, wurde durch den Tod vereitelt, welcher den verdienten englischen Forscher gerade zu der Zeit in meinem Vaterlande ereilte.

Bezüglich der von mir angewendeten Technik folgendes:

Die Schädel der zu untersuchenden Fische wurden durch einen Medianschnitt in 2 Hälften gesägt, wovon die eine zur mikroskopischen Untersuchung verwendet wurde, während die andere zur Controllirung der topographischen Verhältnisse erhalten blieb. Erstere wurde hernach entweder durch längeres Verweilen in einer $1\frac{1}{2}$ bis 2 proc. Lösung von Salzsäure oder einer etwas stärkeren von Chromsäure oder Pikrinsäure entkalkt, sorgfältig ausgewässert und in Borax-Carmin oder Bismarckbraun gefärbt, durch Passiren einer Reihe verschiedengradiger Alkohole gehärtet. Aus dem absoluten Alkohol gelangten die entkalkten Stücke entweder gleich zwischen Leber oder Gummi arabicum, oder in Terpentin, um nachher nach der bekannten Methode in Paraffin eingebettet zu werden. Geschnitten wurde teils aus freier Hand mit dem Rasirmesser, teils mit dem Mikrotom, wenn es sich um Reconstruction eines in eine Serie zerlegten Skelettteiles handelte. Aufgehoben wurden die Schnitte teils in Glycerin, teils in Canadabalsam; ersterer erwies sich bei Untersuchung histologischer Details von Vorteil.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Oskar Hertwig für Ueberlassung von Material, für freundliche Rathschläge und vielfache Unterstützung öffentlich meinen warmen Dank auszusprechen.

Geschichtliches über die Lehre vom Verknöcherungsprocess.

Die Lehre von der Osteogenese bildet einen der schwierigsten und streitigsten Abschnitte der Histologie. Die einschlägige Literatur ist eine sehr grosse.

Da mit Ausnahme eines grossen Teiles der Kopfknochen die sämmtlichen Skeletteile knorpelig vorgebildet sind und das unbewaffnete Auge den Knorpel anscheinend zum Knochengewebe sich verändern sieht, so konnte nichts näher liegen als der Gedanke, dass Knochenmasse aus der Umbildung von Knorpel hervorgehe, eine Anschauung, welche auch die Gewebelehre lange Zeit beherrschte. Durch die Untersuchungen von Sharpey, Bruch, Baur und H. Müller hat sich herausgestellt, dass diese ältere Anschauung nicht mehr haltbar, dass die Knorpelmasse zwar zur Verkalkung gelangt, nicht aber ossifizirt, sondern vielmehr durch Resorption der hereinbrechenden Knochenbildung Platz macht.

Im Jahre 1846 hatte Sharpey [1]) und bald sich ihm anschliessend Kölliker [2]) für den Menschen und die Wirbeltiere die Entstehung ächter Knochensubstanz auch vom bindegewebigen, häutigen Substrate aus behauptet, welche einmal das Wachstum der Knochen von der Beinhaut (Periost) aus bedinge, ebenso bei einer Anzahl nicht knorpelig vorgebildeter Knochen (der sog. secundären) ausschliesslich herrsche. Damit kam die Ansicht von einer doppelten Entstehung des osteoiden Gewebes auf, einmal durch die Umwandlung des vorhandenen Knorpels, dann durch die Metamorphose eines bindegewebigen Substrats. Nachdem späterhin Bruch, Baur, Gegenbaur, Waldeyer, Rollett für diese Ansicht eintraten, wurde dieselbe die herrschende und wenn auch einzelne Forscher an der früheren Hypothese festhielten, so gelangte nichtsdestoweniger die Sharpey'sche Theorie der Osteogenese zur völligen Anerkennung. Als dann Ollier auf chirurgischem Wege durch Transplantation frischer Beinhautstückchen in andere, lebende Gewebspartien die Bildung von Knochenscherbchen hervorrief und somit experimentell das „blastème sous-périostale“ als knochenbildende Matrix nachwies, unterschieden die Histologen nach dem Vorgange Kölliker's 2 Modi des Ossifications-Processes:

1) endochondrale Knochenbildung, wobei knorpelige Voranlagen einschmelzend der Knochenmasse Platz machten.
2) periostale Knochenbildung, wobei knorpelige Voranlagen nicht existiren, sondern die Entstehung des osteoiden

[1]) Sharpey, Quains Anatomy, fifth edition, London 1846.
[2]) Kölliker, Berichte von der zootomischen Anstalt zu Würzburg, Leipzig 1849.

Gewebes von der Innenfläche des Perichondriums und Periosts seinen Ausgang nehmen sollte. Hierher wurden auch die sog. „secundären“ Knochen gerechnet.

Es muss dabei hervorgehoben werden, dass man damals vorzüglich der Osteogenese einzelner höherer Wirbeltiere, vornehmlich des Rindes, die Aufmerksamkeit zugewendet hatte und per analogiam den Resultaten allgemeine Geltung im Tierreiche zuschrieb. Bald lernte man indessen die Lückenhaftigkeit der Kenntnisse bezüglich der Verknöcherungsfrage einsehen und eine Reihe von Forschern nahm die Untersuchungen wieder auf, die nun zum Teil auf die verschiedensten Tierklassen ausgedehnt wurden.

Kaum ein Gebiet der Wissenschaft hat zu einer so lebhaften Controverse geführt. Eine Menge von Terminis technicis wurden geschaffen, indem einzelne Histologen das Bedürfniss hatten, das augenscheinlich Ungenaue obiger Definitionen durch besser gewählte Ausdrücke zu ersetzen. Andere glaubten den einmal eingeführten Terminis Pietät schuldig zu sein, interpretirten jedoch die alten Begriffe in der mannigfaltigsten, oft widersprechendsten Weise.

Das Verdienst, Licht in das Chaos getragen und fruchtbare Gesichtspunkte aufgestellt zu haben, von denen aus eine Lösung der Frage mehr in die Nähe gerückt wird, gebührt Gegenbaur und Oskar Hertwig. Namentlich ist es letzterer Forscher, welcher durch eine Reihe von Untersuchungen die Entstehung einer Anzahl sog. „Deckknochen“ auf die Bildung von Schleimhautzähnchen, die den Placoidschuppen der Selachier homolog, zurückgeführt hat und damit gerade für jenen Teil der Lehre von der Osteogenese, der die Crux der Histologen gebildet hatte, festen Grund und Boden schuf.

Die beiden Forscher sind übrigens nicht überall derselben Ansicht und besonders haben die Ausdrücke „primär“ und „secundär“ von ihnen ganz verschiedene Deutungen erfahren. Gegenbaur negirt eine ursprüngliche Verschiedenheit der primären (aus Knorpelossification entstehenden) und secundären (aus Bindegewebe gebildeten) Knochen und sucht die früher herrschende histologische Trennung der Knochen in „Bindegewebs-“ und „Knorpelknochen“ zu verwischen. Man müsse sogar, wenn man die Bezeichnungen „primär“ und „secundär“ aufrecht erhalten wolle, die „secundären“ als primäre bezeichnen, da das erste Auftreten eines knöchernen Skeletteiles den Knorpel stets unverändert lasse. Die beiden Bezeichnungen sollen keine fundamentalen Verschiedenheiten, sondern nur bestimmte Zustände ausdrücken, die

sich besser als Entwicklungsstadien betrachten liessen. Vrolik, Gegenbaur's Schüler, war bemüht für die Ansicht seines Lehrers durch seine Studien über Knochenbildung am Teleostierschädel den Beweis zu erbringen. Er stellte den Satz auf, dass beide Namen nur das „Massenverhältniss von Knochen zum Knorpelgewebe" bezeichnen. Doch scheinen seine Ausführungen grösstenteils auf makroskopisch-topographischen Verhältnissen zu basiren, während nach meiner Ansicht exacte Resultate wohl mehr von der Handhabung des Mikrotoms, von der histologischen Untersuchung zu erwarten sind; allermindestens müssen diese Verhältnisse gleiche Berücksichtigung finden.

Hertwig trat gegen die Gegenbaur-Vrolik'sche Erklärung auf, indem er geltend machte, dass, wenn zwischen „primären" und „secundären" Knochen kein Unterschied bestehe, auch die Annahme einer gleichen Genese nahe liege. Mithin müssten auch die sog. primären Knochen einstmals als Verschmelzung von Zähnchen oder Schuppen entstanden sein. Es wäre dann anzunehmen, dass die Knochen ihre ursprüngliche Beziehung zu Integument- und Schleimhautgebilden aufgegeben hätten und in die Tiefe gerückt wären, dass sie dann im Wachstum Nerven und Blutgefässen folgend einen Knorpelschwund bedingt hätten.

Eine derartige Anschauung hat offenbar viel Verlockendes für sich. Eine Revue unter den verschiedenen Tierklassen von den Protisten ab lehrt, dass harte Skelette allgemein erst als oberflächliche Bildungen auftreten, lediglich zum Schutze gegen von aussen her erfolgende schädliche Einflüsse verschiedenster Art. Den Culminationspunkt erreicht diese Einrichtung im Chitinpanzer der Arthropoden. Von da ab sehen wir wie allmählig das Skelett in die Tiefe rückt, wie aus dem oberflächlichen Schutzgebilde ein inneres Stützgebilde wird, wofür neben anderen der Rückenschulp einzelner Cephalopoden (Sepia, Loligopsis, Onychotheutis, Ommastrephes, Thysanotheutis) ein hübsches Beispiel liefert. Man würde sich daher der Vorstellung, dass das Vertebraten-Skelett phylogenetisch als Produkt des Integumentes zu erklären sei, gerne anbequemen. —

Gegen einen derartigen Substitutions-Process des Knorpels durch Schleimhaut- und Integumentsossificationen führt Oskar Hertwig folgende Gründe an:

1) Es ist kein einziger Fall bekannt, dass ein primärer Knochen Zähne oder Schuppen bei irgend einem Wirbeltier trägt, während von allen Deckknochen eine enge Beziehung zu den

angeführten Integumentgebilden in dieser oder jener Wirbeltierklasse sich nachweisen lässt.

2) Die Lage der primären Knochen ist eine derartige, dass für sie eine Genese aus Zähnen und Schuppen, wie für die secundären Knochen, nicht angenommen werden kann. Denn fast alle sind von Deckknochen überlagert, sodass sie vollkommen erst nach Entfernung derselben zu Tage treten.

3) Das Gewebe, in welchem die primären und secundären Knochen sich entwickeln, ist ein verschiedenes. Während letztere durch Verknöcherung der Schleimhaut oder des Integumentes entstehen und durch eine Gewebsschicht vom Primordial-Cranium getrennt sind und von ihm daher leicht abgelöst werden können, entstehen die primären Knochen, wenigstens bei den Amphibien, unmittelbar auf dem Primordial-Cranium. Das Perichondrium desselben wird zu ihrem Periost. Da keine trennende Bindegewebsschicht zwischen der Ossification und dem Knorpel liegt, beide vielmehr continuirlich ineinander übergehen, ist eine Trennung derselben auch nicht möglich.

Aus den angeführten Worten geht deutlich hervor, dass Os. Hertwig an der früher von Kölliker durchgeführten scharfen Trennung zwischen Deckknochen und Knorpelossificationen oder zwischen secundären und primären Knochen festhält, dabei aber allerdings für die Deckknochen die den früheren Histologen unbekannte Genese aus Dermalgebilden betont. —

Im Jahre 1881 hat Van Wijhe eine Abhandlung veröffentlicht, betitelt: „Visceral-Skelett und die Nerven des Kopfes der Ganoiden und von Ceratodus“, worin ein Kapitel der Verknöcherung gewidmet ist. Der Autor bekämpft die Vrolik'sche Ansicht, dass durch die Worte „primär“ und „secundär“ bloss ein Massenverhältniss ausgedrückt werde und spricht sich über die Osteogenese in folgender Weise aus: „Bei der direkten Verknöcherung, welche verhältnissmässig wenig vorkommt, geht eine Knorpelzelle unmittelbar in eine Knochenzelle über, während der intercellulare Teil des Knorpels verkalkt und sich in Knochensubstanz verwandelt. — Bei der indirekten Verknöcherung wird der Knorpel grossentheils absorbirt und stehen an seiner Stelle mit Mark gefüllte Hohlräume, in welchen Knochensubstanz abgelagert wird. Man kann in der Regel 2 Systeme von Markhöhlen unterscheiden: das eine liegt unmittelbar unter dem Perichondrium (dem späteren Periost) und also an der Peripherie, das andere im Centrum des Knorpels. Beide liegen an Stellen, wo sich früher

Knorpel befand. Zwischen den Höhlen des ersten Systems befinden sich glatte Fasern (die späteren Sharpey'schen Fasern), zwischen denen des anderen „Richtungsbalken“ mit gezackten Wänden, Reste der Grundsubstanz des Knorpels. Der Knochen der im ersteren System abgelagert wird, heisst periostaler oder perichondraler; denjenigen, der im letzteren gebildet wird, könnte man centralen Knochen nennen“. Van Wijhe wendet sich dann gegen Hertwig, indem er letzterem Forscher die Behauptung, zuschreibt, dass jeder Deckknochen durch Verschmelzung von Zahn- und Stachelbasen entstanden sei. Gegen diese Voraussetzung zeuge die Verknöcherung von Membranen (z. B. dem Tentorium cerebri) und Sehnen. Er führt dann aus, dass nicht die Lage an der Oberfläche oder in der Mitte eines Knorpels entscheidend sei, sondern die Lage in Beziehung auf das Perichondrium. Befinde sich ein Knochen innerhalb desselben, so sei er „primär“, liege er aber ausserhalb in einem Theile, der nicht ursprünglich knorpelig war, so sei er „secundär“, ein „Deckknochen“.

Van Wijhe scheint übrigens diejenigen Stellen des „Zahnsystems der Amphibien“ missverstanden zu haben, in denen O. Hertwig das Verhältniss der primären zu den Deckknochen zur Besprechung bringt. Meines Wissens hat O. Hertwig nirgends die Behauptung aufgestellt, dass alle Deckknochen von Integument-Ossificationen abzuleiten seien. Er hat wesentlich nur die Belegknochen am Schädel im Auge und läfst es dahin gestellt, ob das, was man an anderen Skelettteilen als Deckknochen bezeichne, eine verschiedene Genese besitze. Der Vorwurf würde also nicht O. Hertwig, sondern die Gegenbaur-Vrolik'sche Ansicht treffen und, wie wir gleich sehen werden, auch die Walther'sche. Was endlich die Verknöcherung von Membranen und Sehnen anbetrifft, so wird es niemanden einfallen, die Existenz derselben zu leugnen; sie berührt jedoch unsere Frage in keiner Weise und wird daher als nicht zur Sache gehörend bei unseren Betrachtungen aufser Acht gelassen werden.

Neuerdings hat Walther in einer interessanten Arbeit „über die Entwicklung der Deckknochen am Kopfskelette des Hechtes“ den Prozess der Osteogenese in eingehender Weise besprochen. Er unterscheidet Hautknochen und Knorpelknochen. Nach ihm entwickeln sich die Haut- oder Decknochen

1. als Cementknochen durch Verschmelzung der Cementplatten von Schleimhautzähnchen (primäre Deckknochen).

2. als Bindegewebsknochen im subcutanen Bindegewebe ohne vorhergegangene Zahnbildung (secundäre Deckknochen)
3. als Perichondralknochen, wie die letzteren, aber in einer tieferen Schicht dem Perichondrium anliegend.

Alle 3 Entwicklungsweisen sollen unter sich durch Uebergänge verbunden sein. „Dem biogenetischen Grundsatze zufolge und unter Berücksichtigung der vergleichend entwicklungsgeschichtlichen und anatomischen Arbeiten von O. Hertwig bilden die obengenannten Knochenarten eine Stufenreihe, welche der phylogenetischen Entwicklung der Hautknochen entspricht.“

Die Knorpelknochen entwickeln sich nach J. Walther auch vom Perichondrium aus, doch wachsen sie centripetal und resorbiren dabei das Knochengewebe. Es würde sich demnach folgendes Schema der Verknöcherung ergeben:

Hautknochen
1. Cementknochen (primäre Deckknochen)
2. Bindegewebsknochen (secundäre Deckknochen)
3. Perichondralknochen (centrifugal wachsend)

Knorpelknochen
1. Perichondral (centripetal wachsend)
2. Enchondral (Bildung von Knochenkernen). —

Wenn durch dieses Schema in verschiedener Hinsicht entschieden ein Fortschritt angebahnt ist, so scheint mir doch der Name „perichondrale Hautknochen“ unzweckmässig, da er leicht zu Missverständnissen führen kann. Denn Walther wendet die Bezeichnung „perichondral“ hart nach einander in verschiedenem Sinne an. Im ersten Falle will er einen Knochen verstanden wissen, der von einer Bindegewebsschicht ausgeht, die äusserlich unmittelbar dem Perichondrium aufliegt, ohne dass das letztere bei der Osteogenese beteiligt wäre; „perichondral“ drückt hier also blofs ein topographisches Verhältniss aus. Im zweiten Falle denkt er die centripetale Knochenbildung nicht an eine innerlich dem Perichondrium unmittelbar aufliegende Knorpelschicht gebunden, sondern das Perichondrium selber fungirt hier als Matrix; „perichondral“ drückt hier also ein entwicklungsgeschichtliches Verhältniss aus. Wenn die „perichondralen Hautknochen“, welche übrigens in der Lehre von der Verknöcherung ganz neu sind, zur Geltung gelangen sollten, wäre es angesichts der ohnehin so verworrenen Nomenclatur sehr zu empfehlen, „perichondrale Hautknochen“ als phylogenetisch älteste Integument-Ossificationen durch eine Bezeichnung zu ersetzen, welche die Verwandtschaft mit Cement- und Bindegewebsknochen besser zu beleuchten im Stande ist.

Auf Grund meiner Untersuchungen bin ich zu einer Ansicht gelangt, die sich in einem wesentlichen Punkte von den Ausführungen Walthers entfernt. Ich halte nämlich das Perichondrium selber, nicht eine ihm äusserlich aufliegende Bindegewebsschicht, für den Sitz der Osteogenese bei den centrifugal wachsenden Verknöcherungen und schlage vor, die perichondralen Ossificationen (centrifugale und centripetale) aus dem Verbande der Haut- und Knorpelknochen auszuscheiden und den letzteren als homo dynam an die Seite zu stellen. Ich stelle demnach obigem Verknöcherungsschema folgendes gegenüber;

I. Hautknochen
1. Cementknochen.
2. Bindegewebsknochen.

II. Perichondrale Knochen
1. exo-perichondral (centrifugal wachsend)
2. endo-perichondral (centripetal wachsend)

Man könnte nun als III. Hauptgruppe die endochondralen Knochen der früheren Autoren anschliessen d. h. solche Knochen, die durch das Entstehen eines Knochenkerns im Innern des Knorpels charakterisirt sind. Meiner Ansicht nach aber darf man dieselben füglich unter der Hauptgruppe der perichondralen Verknöcherungen aufführen, da die Bildung von Knochenkernen doch stets durch Einwachsen von Bindegewebsfasern in Begleitung von Blutgefässen vom Perichondrium aus bedingt wird. Da diese zuletzt beschriebene Verknöcherung allerdings mehr central geschieht, so würde es von meinen endo-perichondralen Ossificationen 2 Varietäten geben, eine peripherische und eine centrale. Sie würden den beiden Arten entsprechen, die Van Wijhe bei der „indirekten Verknöcherung" aufführt.

Das Vorkommen von Knochenkernen, wie sie für die endochondralen Knorpelknochen charakteristisch sein sollen, scheint ein beschränktes zu sein; vielleicht ist es ein Privilegium der höheren Wirbeltierklassen. Walther negirt die Existenz derselben am Hechtschädel und nach meinen eigenen Untersuchungen an Fischen aus den verschiedensten Abteilungen kann ich die Aussagen meines Freundes bestätigen.

Loricaria cataphracta.

(Allgemeiner Teil).

Das Kopfskelett von Loricaria.

Loricaria cataphracta L., früher auch wohl Hypostoma geheissen, gehört nach Günther zu den Siluridae proteropodes, d. h. denjenigen Welsen, deren Bauchflosse unter oder vor die Rückenflosse zu stehen kommt. Die ganze Familie der Panzerwelse, für welche in ihrer Gesammtheit der Name Hypostomatina eingeführt wurde, bewohnt die Süsswasser West-Indiens und des nördlichen Brasilien, wo sie vorzugsweise steinige Gebirgsbäche bewohnt und keineswegs selten sein soll. Schomburgk fand den Harnischwels häufig auf dem Rupumuni auf Sandbänken, oft meterweit vom Wassersaume, wo er ruhig auf feuchtem Sande lag und gedachtem Forscher leicht zur Beute wurde. Er glaubt daher, dass der Fisch zuweilen das Wasser verlasse und Wanderungen über Land unternehme.

Bei der Schilderung der allgemeinen Verhältnisse des Kopfskelettes und des Brustgürtels von Loricaria werde ich vergleichend zu Werke gehen, indem ich andere Welse, wie Silurus glanis, Callichthys longifilis und Doras Hancockii gegenüberstelle, wovon die beiden letzteren mit Loricaria grosse Verwandtschaft zeigen. Hiebei wird es sich empfehlen, das Kopfskelett in seine beiden Hauptbestandteile, das Cranium und das Visceralskelett zu zerlegen.

Cranium.

In seiner äusseren Configuration weicht der Schädel von Loricaria von derjenigen anderer Teleostier einmal wesentlich ab durch seine dreieckige Gestalt, die, wie überhaupt der ganze Körperbau, auf einen trefflichen Schwimmer schliessen lässt. Ferner erhält derselbe ein eigentümliches Gepräge durch die Lage des Mundes, welche, bereits bei Doras Hancockii etwas auf die Unterseite gedrängt, bei Loricaria vollends unterständig geworden ist. Endlich sind es die Dermalplatten, welche dem Fische zu seinem Namen verholfen haben, indem sie beinahe den ganzen Körper bedecken und an gewissen Stellen des Kopfes eine bedeutende Mächtigkeit erreichen. Die einzelnen Stücke des Panzers am Leibe sind in sehr regelmässiger Weise über den Rücken und die Seiten an-

geordnet (Taf. IV, Fig. 1). Fünf solcher Längsreihen finden sich auf jeder Seite des Körpers von der Schwanzflosse bis zur Insertion der Bauchflosse. Von hier bis zum Cranium verringert sich ihre Anzahl bis auf vier. Von der Afterflosse bis zur Mundöffnung dagegen bleibt der Panzer an der gesammten Bauch- und Brustgegend unvollständig. Hier treten an die Stelle der grösseren Knochentafeln kleinere, unregelmässig polygonale, zahntragende Plättchen von verschiedener Grösse. —

Was nun das Cranium anbetrifft, so finden wir dasselbe teils mit grösseren Knochentafeln, teils mit ziemlich kleinen Plättchen bedeckt. Erstere nehmen die Mitte des Schädels ein und schliessen direkt an die obere Reihe der Rumpfschilder an. Die kleinen Täfelchen dagegen bedecken die gesammte Hautoberfläche zwischen dem oberen Mundrand, der Nasen- und Augenhöhle, die eigentliche Gesichtspartie des Kopfes (Taf. IV, Fig. 1 — Fig. 4). Alle diese Knochenplättchen sind oberflächlich von sehr dicht stehenden Knochenringen bedeckt, auf welchen Zähnchen durch ein Ringband befestigt sind.

Das Integument von Loricaria, auf dessen histologische Charaktere ich, dem speziellen Teile etwas vorgreifend, in ein paar Worten eingehen will, setzt sich aus einer verhältnissmässig dünnen Epidermis und einer mächtigeren Cutis zusammen. In den oberflächlichen Epidermisschichten finden sich zahlreiche, kugelförmige Schleimzellen, wie solche in der Fisch-Klasse häufig zu beobachten sind. Der Cutis unmittelbar aufliegend, finden wir eine einfache Lage von hohen, cylindrischen Epithelzellen. An der Cutis lassen sich 2 Straten unterscheiden. Das untere zeigt sich zusammengesetzt aus rechtwinklig sich kreuzenden, wagrecht verlaufenden Bindewebslamellen, welche von senkrecht aufsteigenden Fasernbündeln durchsetzt werden. Nach oben geht dieses Stratum continuirlich in die zweite lockere Bindegewebslage über, in welcher sich die Fasern unregelmässig kreuzen; sie enthält zahlreiche Blutgefässe und dicht unter der Epidermis in Menge schwarze Pigmentzellen. In dem so beschaffenen Corium, welches sich durch seine Regelmässigkeit von den entsprechenden Integuments-Schichten der höheren Wirbeltierklassen in ganz auffallender Weise auszeichnet, liegt nun das Knochenplättchen mit seinen Zähnchen derart vergraben, dass nur die rückwärts gekrümmte Spitze des letzteren unvollkommen bedeckt wird und über die Oberfläche der Körperhaut hervorragt.

Beim ersten Anblick des Schädels von Loricaria ist man ver-

sucht, zu glauben, dass die Dermalplatten dieselbe präcise Anordnung zeigen müssten, wie wir sie vom Deckknochen-Complexe der Ganoiden her kennen. Man müht sich ab Ethmoidalia, Frontalia, Parietalia aufzufinden und sucht vielleicht ein dem Accipenser-Schädel entsprechendes Squamosum. Dehnt man dann die Vergleichung auf Callichthys longifilis (Taf. IV, Fig. 10) und Doras Hancockii (Taf. IV, Fig. 11) aus, so lernt man bald die Fruchtlosigkeit eines solchen Bestrebens kennen, denn es zeigt sich bezüglich der Anordnung der Dermalplatten am Schädel dieser sonderbar gestalteten Siluroiden je nach den verschiedenen Gattungen eine solche Willkür, dass man sich gezwungen sieht, die Analogie mit dem Deckknochen-Complex von Accipenser aufzugeben.

Damit ist man auf dem richtigen Wege angelangt, denn bei diesen drei Siluroiden, ganz besonders aber bei Loricaria, besteht in der That ebensowenig eine Analogie mit den Schädelknochen des Störs und der Teleostier, als man das Recht hat, die verschiedenen Gegenden an dem Knorpelcranium der Selachier mit den Knochennamen höherer Tiere zu belegen oder bei den Amphibien von Occipitale superius und Occipit. basilare zu reden. Schon Os. Hertwig hat darauf hingewiesen, dass man leider nur zu oft den Fehler begangen hat, minder differenzirte Formen aus weiter differenzirten abzuleiten, anstatt umgekehrt zu verfahren. Von Rückbildung aber kann in unserem Falle sicherlich nicht die Rede rein, da in der That kein plausibler Grund dafür wird erbracht werden können, dass die Natur die im Laufe von unermesslichen Zeiträumen fixirte, höchst zweckmässige Einrichtung der Schädeldeckknochen aboliren könnte, um sie, gleichsam dem Spiel der Laune folgend, späterhin wieder zu ihrem Rechte gelangen zu lassen.

Vergleichen wir die Crania von Loricaria, Callichthys und Doras etwas genauer. Während die beiden letzteren als Belegknochen der Gesichtsfläche eine Reihe von wohlabgegrenzten, bezüglich der Anzahl, Gestalt und Anordnung in beiden Fällen jedoch durchaus verschiedene Dermalplatten-Territorien aufzuweisen haben, sind bei Loricaria in der Orbital- und Ethmoidal-Region die kleineren Knochenplättchen, welche die Sockel der Hautzähne tragen und sich in keiner Weise von denen des übrigen Integumentes unterscheiden, noch nicht zu grösseren Complexen zusammentreten, um als einheitliche Deckknochen der genannten Gegenden aufzuliegen (Taf. IV, Fig. 1, 4, 8). Es bilden somit Loricaria,

Callichthys und Doras eine natürliche Gruppe, welche uns die phylogonetische Entwicklung von Knochenplatten aus Hautzähnen auf's Schönste darthut. Wie die Gesichtspartie von Loricaria noch jetzt erkennen lässt, haben sich zunächst kleine Knochenplättchen gebildet. Auf einem weiteren Stadium, welches durch Callichthys versinnbildlicht wird, ist ihre Anzahl durch Verschmelzung eine beschränkte geworden. Schon hier, mehr aber noch bei Doras, haben sich die so entstandenen grösseren Knochen mehr und mehr ihrer Unterlage und den umgebenden Weichteilen, dem Primordialcranium und den Sinnesorganen angepasst. Von ihrer Innenseite haben sich zugleich auch bestimmte, in die Tiefe greifende Fortsätze entwickelt, wodurch, wie Gegenbaur und Hertwig betonten, die Hautverknöcherungen Beziehungen zu tiefer liegenden Teilen gewinnen. So erlangen erst allmählig durch eine Reihe verschiedener Metamorphosen die Belegknochen des Schädels eine von einander verschiedenartige, ihrer Lage und Function entsprechende Grösse und charakteristische Form, so dass sie mit besonderen Namen belegt werden können und im Tierreich als typisch geworden sich weiter verfolgen und wieder erkennen lassen.

Bei Doras lässt sich von der Oberseite des Schädels das Integument sozusagen auf keiner Stelle entfernen. Bei Loricaria ist der Prozess der Hautverknöcherung noch nicht soweit gediehen — im Bereiche derselben befindet sich vornehmlich die Occipital-Region und die Opercular-Gegend, sowie der obere Teil des Schultergürtels — indem sich die Leibeshaut bei sorgfältiger Behandlung in dem Umfange abtrennen lässt, wie es die Fig. 4 und 8 von Tafel IV zeigen, d. h. es gelingt, die Ethmoidal-Region frei zu bekommen und sich einen Einblick zu verschaffen auf die Oberseite des Visceral-Skeletts. Weiter hin gegen die Orbital-Region lässt sie sich nicht ablösen, ohne das Cranium zu lädiren. Ebenso ist das Integument an den beiden Seitenrändern des Kopfes, die die Begränzung des umfangreichen Palato-Quadratbezirkes liefern, (Taf. IV, Fig. 2, *w*) zu einem derben Wulste geworden, welcher sich nicht so ganz leicht abheben lässt. Die Unterseite des Kopfes (Fig. 2, 3) ist weich geblieben und die Haut lässt sich dort ohne Schwierigkeit abheben.

Ob bei Loricaria eine oder mehrere innig verbundene Dermalplatten es sind, welche der hinteren Schädelpartie aufliegen, vermochte ich nicht zu entscheiden; übrigens ist dieser Umstand von geringer Bedeutung. Dagegen hebe ich hervor, dass der

Zwischenraum von der Hinterhauptsregion bis zur Rückenflosse bei Doras von einer einheitlichen, grossen, unpaaren Dermalplatte überbrückt wird. (Taf. IV, Fig. 11), welche für den mächtig entwickelten Rückenstrahl eine ungleich kräftigere Stütze bilden mag, als die 3 Plattenpaare bei Callichthys (Fig. 10), wo der Rückenstrahl weniger auffallende Dimensionen aufweist.

Silurus glanis hat ein Supraclaviculare, welches 3 Knochenspangen aussendet, eine obere zum Epioticum, eine untere zum Opisthoticum; die untere ist bei manchen Teleostiern z. B. Esox ganz schwach, bei Silurus dagegen sehr stark. Während nun bei Silurus glanis diese untere Spange, welche vom Schultergürtel zum Opisthoticum reicht und noch nicht mit dem [bei allen Siluroiden] ausserordentlich mächtigen, ersten Wirbel, respective dessen Querfortsätzen in Verbindung tritt, finden wir bei Loricaria eine verticale Wand, gebildet durch die flache Clavicula einerseits und die Querfortsätze des 1. Wirbel andrerseits (Taf. IV, Fig. 9). Diese lückenlose Wand schliesst den Kopfteil des Fisches nach allen Richtungen hin vollständig ab gegen den übrigen Leib; 2 rundliche Aperturen indess bleiben bestehen als Markrohr und Oesophagal-Canal (Fig. 9, *M R*, *J R*). Letzterer ist bei Doras erheblich weiter. Hinsichtlich dieses höchst eigentümlichen Abschlusses des Kopfes gegen die übrigen Cavitäten des Körpers, welcher bei anderen Teleostiern vermisst wird, würden Silurus glanis, Doras Hancockii und Loricaria cataphracta wiederum eine Entwicklungsreihe bilden, in deren Anfang Silurus sich befände, während Doras in die Mitte und Loricaria an das Ende zu stehen käme.

Durch diese Art und Weise der Verbindung und Verwachsung des 1. Wirbels mit der Hinterhauptsregion wird ein genauerer Einblick in die Verhältnisse etwaiger discreter Verknöcherungen der Hinterwand des Primordial-Craniums bei einem ausgewachsenen Exemplar von Loricaria zu einem Ding der Unmöglichkeit.

Die ethmoidale, aus den Trabeculae hervorgegangene Partie des Primordial-Craniums trägt hinter ihrer Mitte links und rechts die Nasenlöcher, welche als tiefe, eiförmige Depressionen erscheinen (Taf. IV, Fig. 1, 4 *na.*). Auffällig ist ihre relativ bedeutende Entfernung vom oralen Pole. Bei den meisten Welsen nämlich ist dieselbe ganz gering; ich erinnere z. B. an die kleineren Gattungen Acrochordonichtys und Glyptothorax — aus dem tropischen Asien. Nach vorn zu nimmt das Rostrum stabförmige Gestalt an. — Von einem Vomer und einem Parasphenoid ist bei Loricaria nichts zu entdecken, ein Umstand, auf den wir weiter unten zurückkommen

werden. Auch das Palatinum mag verschiedener Gründe wegen beim Visceral-Skelett zur Besprechung gelangen. —

Was das Primordialcranium in seiner Gesammtheit anbetrifft, so muss hervorgehoben werden der fast gänzliche Mangel von Knorpel, welcher nicht persistirt wie bei den Ganoiden. Die wenigen Stellen, wo der ursprüngliche Knorpel noch erhalten bleibt — auf einem Medianschnitte, wie Fig. 7 von Taf. IV ihn zeigt, ist wenig davon zu sehen — sollen im speziellen Teile namhaft gemacht werden. Auffallend ist ferner die geringe Mächtigkeit des Primordialcraniums im Vergleich zum ganzen Schädel; das Volumen der Gehirnmasse ist überhaupt bei den Siluroiden ein geringes. Während z. B. bei Gadus Dach und Boden des Primordialcraniums unter einem Winkel von c. 30° zusammenlaufen, schliessen sie bei Loricaria einen Winkel ein, der kaum mehr als 12—15° beträgt (Fig. 7).

Visceral-Skelett.

Das Palato-Quadratum bildet bei Loricaria eine für die äussere Gestalt des Schädels sehr wesentliche Region, da es die dreieckige Form vorzugsweise bedingt (Taf. IV, Fig. 4, 5, 8). Es ist distalwärts stark concav (Fig. 8), sodass für die stark entwickelte Muskulatur ein erheblicher Hohlraum geschaffen wird. Vier Verknöcherungen lassen sich an demselben unterscheiden: ein verhältnissmässig grosses Mesopterygoid (*msptg*), ein Hyomandibulare (*hy*), ein Quadratum (*qud*) und ein Symplecticum (*sy*), letzteres bereits im Bereiche der Hautossificationen befindlich. Durch eine bei Loricaria etwas verwischte, bei Silurus glanis aber scharf ausgeprägte, Y artige, transparente Knorpelfigur wird es möglich, die Homologie mit den Palatoquadratknochen anderer Teleostier festzustellen. Der linke Ast des Knorpel-Y trifft in die Verlängerung der Winkel der Mundhöhle; der rechte zeigt nach der Opercular-gegend; der Stamm liegt in der Projektion der Mitte des Nasenloches. Links davon liegt das Pterygoid, von der Form eines Trapezes, rechts das Hyomandibulare, welches sich unter der Orbitalregion hinzieht und desshalb bei Ober- und Seitenansicht nicht in seiner ganzen Ausdehnung überblickt werden kann, wohl aber an der durch einen Medianschnitt getrennten Schädelhälfte (Fig. 7). Hier ergiebt sich, dass dasselbe unten und hinten bis in die Opercular gegend, oben bis in die Mitte der Basis cranii reicht, sodass nur eine kleine Lücke zwischen Hyomandibulare und Schultergürtel übrig bleibt. Sowohl Mesopterygoid als Hyo-

mandibulare grenzen, was besonders hervorgehoben zu werden verdient, unmittelbar an die Ethmoidalregion; Silurus glanis weist nämlich an dieser Stelle einen breiten Zwischenraum auf und Doras Hancockii zeigt eine überaus geringe Entwicklung des Palatoquadratums. Ferner ist bei Loricaria des Mesopterygoid an der Ethmoidalgrenze von einem median verlaufenden Canal durchbrochen, welcher unter der Nasengrube beginnt und vorne gegen die Mundhöhle hin sich öffnet; er enthält ein sehniges Band, an welches das Hinterende des Palatinums befestigt ist (Fig. 8).

Das Quadratum, den knorpeligen Condylus für den Unterkiefer tragend, umfasst ein Dreieck, welches durch die beiden Aeste des Knorpel-Y gegeben ist. Das Symplecticum ist von ähnlicher Gestalt, schliesst sich dem vorigen innig an; distalwärts bildet es eine dicke Kante, welche bis zum Mundwinkel verläuft und am unlädirten Schädel von dem früher geschilderten, schwierig abzuhebenden Dermalwulste überzogen wird.

Ich habe oben mehrmals von einer Opercular-Gegend geredet, was noch einer besonderen Erläuterung bedarf. Während nämlich die übrigen Siluroiden in der Regel 3 Opercularia — Praeoperculum, Operculum, Interoperculum (das Suboperculum fehlt) — hat die Opercularmembran bei Loricaria noch keine discreten Gebilde hervorgehen lassen, welche als analoge Teile mit obigen Namen belegt werden könnten. Dagegen ist die Opercular-Gegend in bedeutendem Masse den Dermal-Ossificationen anheim gefallen (Taf. IV, Fig. 8).

Ein Entopterygoid und Mesopterygoid besitzt Loricaria, wie überhaupt alle Siluroiden, nicht.

Im Anschluss an diese Stücke wird es sich empfehlen, dasjenige Gebilde zur Besprechung zu bringen, welches bei den übrigen Teleostiern als ein von der Mundschleimhaut gelieferter Belegknochen des Palatoquadratbezirkes gilt, das Palatinum. Das Palatinum von Loricaria zeigt jedoch ganz ungewöhnliche Verhältnisse, die von vornherein zeigen, dass es unmöglich ein Deckknochen sein kann. Es hat ziemliche Ausdehnung gewonnen, bildet vor der Nasengrube mit dem Rostrum des Primordialcranium ein knorpeliges Gelenk, wofür ich bei anderen Teleostiern mit Einschluss der Siluroiden vergeblich nach einem Analogon suchte (Taf. IV, Fig. 8, *pal.*; Fig. 5). Im Weiteren erscheint es als ein rundlicher Stab, welcher gebogen ist; die Concavität ist nach aussen gerichtet. Zähne sind auf der Unterseite nicht vorhanden, wie es überhaupt nicht eigentlich zur Begrenzung der Gaumenhöhle beiträgt, wie

es sonst der Fall zu sein pflegt und was dem Knochen ja zu seinem Namen verholfen hat, sondern ziemlich tief unter der Schleimhaut ruht. Oralwärts trägt es in einer Gelenkfläche den Oberkiefer, das Maxillare, welches sichelförmig, rinnenartig gestaltet ist und geringe Ausbildung zeigt (Fig. 5 *mx* Fig. 8). Bei den übrigen Welsen bildet es jenes Rudiment, welches die Function eines Trägers der Barteln zu versehen hat. Mit dem Rostrum ist das Palatinum durch eine bindegewebige Membran verbunden, ebenso das Maxillare mit denjenigen Knochenbildungen, die zur unmittelbaren Begrenzung der Mundhöhle berufen sind. Hierdurch wird eine Vorrichtung getroffen, welche eine grosse Beweglichkeit und Verschiebbarkeit aller dieser Knochen gegeneinander ermöglicht, was wieder für die Dilatation der Mundöffnung von Belang ist. Zu diesem Organ-Apparat gehören nämlich auch die beiden Muskeln, welche die Palatoquadratfläche (Taf. IV, Fig. 4) bedecken und vorzüglich von der Operculargegend entspringen, die Retractores superior et inferior. Der eine (*Rs*) entsteht unter der Nasengrube, inserirt am Maxillare; der andere (*Ri*), weit grössere verläuft mit seinen Fasern unter der Insertionsstelle des R. superior durch um sich hinter dem Processus coronoideus zum Unterkiefer zu begeben. Ihr Antagonist, der auf der ventralen Seite gelegene Geniohyoideus entspringt vom Ceratohyale und setzt sich an die mediale Partie des Unterkiefers.

Als Ersatz für die Zahnarmut, welche die Rachenhöhle von Loricaria im Allgemeinen zu erkennen giebt, hat sich das Intermaxillare zu einem wahren Arsenale umgestaltet. Die beiderseitigen Intermaxillaria (Fig. 6, *prx*) liegen auch nicht mehr dem vordersten Abschnitte des Rostrums auf, wie dies bei Silurus glanis der Fall ist, sondern haben sich von demselben losgelöst und bilden nun zusammen einen Kieferrand, welcher vermöge einer bindegewebigen Haut mit dem Maxillare und Ethmoid in Verbindung steht; durch indirekte Wirkung der beiden Musculi retractores vermag er sich nach vorn zu wenden, was eine Oeffnung des Mundes zur Folge hat. Bezüglich ihrer Gestalt sind die Intermaxillaria ellipsoidische Bildungen; der hintere Rand wird von einer einfachen Serie von Zähnen eingenommen, welche eine höchst sonderbare Gestalt besitzen und im speziellen Teil Berücksichtigung finden werden.

Der Unterkiefer, in seiner Gesammtheit von den Osteologen auch wohl als Mandibula bezeichnet, zeigt beim Harnischwels ein von demjenigen anderer Teleostier stark abweichendes Verhalten

(Taf. IV, Fig. 5, 6, 8). Hier ist er nicht minder massiv als etwa beim Hechte oder beim Lachse, ja er ist verhältnissmässig stärker. Er erscheint aber in der Mitte geknickt, wodurch ein stumpfer Winkel entsteht, dessen Spitze nach vorn gerichtet ist. Auf diese Weise wird die Mandibula in zwei natürliche Teile zerlegt, die sich jedoch sehr ungleich verhalten. Der distale Abschnitt (Fig. 6, Fig. 8), etwa dem Articulare und Angulare anderer Teleostier analog hinsichtlich der örtlichen Lage, erscheint bei Betrachtung von unten dreikantig und erreicht an der eben erwähnten Knickungsstelle, die man wohl als Processus coronoideus bezeichnen darf, seine grösste Höhe. Bei Oberansicht (Fig. 5) zeigt sich diese distale Partie platt. Der laterale Rand aber biegt nach innen um, am bedeutendsten an der unteren Ecke, die die Oberseite des Processus coronoideus darstellt. Die so entstandene Mulde bietet für Muskeln sehr geeignete Insertionsstellen und in Wirklichkeit ist es der mächtig entwickelte Retractor oris inferior, welcher sich, wie schon gezeigt wurde, zur Coronoidal-Ecke des Unterkiefers begiebt.

Ganz anders die proximale Hälfte, welche dem Dentalabschnitt anderer Teleostier analog. Dieselbe ahmt in ihrem Aussehen völlig das Intermaxillare nach: ein ellipsoidischer Knochen, von aussen nach innen schief sich dem distalen Abschnitt anlegend, gegen die Mundhöhle mit einer einfachen Serie von Zähnen bewaffnet, welche sich denen des Intermaxillare in jeder Hinsicht gleich verhalten. Die beiderseitigen proximalen Mandibular-Stücke stossen in der Medianlinie zu einem nahezu rechten Winkel zusammen, ähnlich wie das linke und rechte Intermaxillare. Dadurch gewinnt die ganze Mundöffnung das Aussehen eines Rhombus, von dessen Begrenzungslinien überall Zähne gegen das Innere vorspringen (Fig. 2, 6).

Im Uebrigen drängte sich mir bei Betrachtung der Mundöffnung von Loricaria stets der Vergleich mit dem vorstreckbaren Mundapparate der Cyprinoiden, namentlich aber mit dem ähnlich gebauten der Kaulquappen auf.

Einen Musculus intermandibularis, wie ihn der Barsch besitzt, habe ich nicht constatiren können; dagegen wird die Beweglichkeit beider Mandibulae durch eine bindegewebige Haut vermittelt.

Das Ceratohyale des Harnischwelses (Fig. 6 *Ce*, Fig. 3) weicht von dem allgemeinen Verhalten in zwei Punkten ab. Einmal ist es nicht flach, sondern in seinem proximalen Teile rinnenartig, sodass es mit seiner Convexität der leichten Curvatur des darunter

befindlichen Palato-Quadratums sich anschmiegt. Sodann sind die Radii branchiostegi nicht auf die ganze Länge des Hyoids verteilt, sondern auf das obere, distale Ende zurückgedrängt. Da sie in einem so beschränkten Raume sich nicht gehörig entfalten konnten, sind sie einer tiefgehenden Rückbildung verfallen; sie sind teilweise mit einander verwachsen und zu mehreren Gruppen verschmolzen, kurzum ihre Anzahl lässt sich nicht feststellen. Eine zusammenhängende, elastische Membran umschliesst das Ganze, welches sich über den hinteren Abschnitt der Kiemenbogen wölbt und dadurch den Einblick in den Kiemenapparat grösstenteils verwehrt. Aehnlich verhält sich auch Doras Hancockii.

Kiemenbogen sind fünf vorhanden, auch eine Kiemendeckelkieme (Pseudobranchie) ist sichtbar. In ihrem allgemeinen Verhalten weichen die Kiemenbogen von Loricaria wenig ab von dem der übrigen Teleostier. Den Ossa pharyngea superiora et inferiora fehlen indess die Zähne ganz und gar; erstere sind stark abgeflacht. Auch jene zahnförmig nach innen umgebogenen Knochenstückchen, die eine Art Reuse bilden, durch welche das Wasser filtrirt wird, während es durch die Kiemenspalten fliesst (Salmo, Silurus), fehlen bei Loricaria, wohl aber ist die hintere, äussere Fläche der Kiemenbogen ausgehöhlt. Diese so entstandene Rinne birgt die Kiemengefässe und an ihren Rändern wurzeln die Kiemenblättchen, welche etwa 4 mm. hoch werden.

Endlich bleibt mir noch übrig, zweier median gelegener Bildungen zu gedenken, die gewissermassen als hintere Fortsetzungen der Copulae fungiren. Die vordere (Fig. 3, *r*), welche hinter den Hypohyalia des Hyoids dicht unter der ventralen Leibeshaut liegt, könnte ein im Vergleich zu anderen Teleostiern allerdings merkwürdig gestaltetes Basibranchiostegiale darstellen; die Entscheidung müsste jedoch durch die Entwicklungsgeschichte geliefert werden. Das hintere, dreieckige, viel kleinere Knochenblättchen (Fig. 3, *r*) muss ich als eine Bildung sui generis erklären.

Von hohem Interesse ist es nun, dass bei Loricaria der Mangel an Schädeldeckknochen mit dem Fehlen von Ossificationen der Mundschleimhaut Hand in Hand geht, dass überhaupt die Mundhöhle recht arm an Zahnbildungen ist. Es fehlt jener stark bewehrte Vomer des Hechtes, es fehlt ein Parasphenoid und weder Ossa pharyngea superiora noch O. ph. inferiora geniessen des Vorrechtes eines accessorischen Kauapparates. Auch das Glossohyale ist ohne Zähne geblieben. Ein Palatinum ist bei

Loricaria wohl vorhanden, allein ihm mangelt die Deckknochennatur und überhaupt zeigt es so eigenartige Verhältnisse, dass man über die Analogie stark in Zweifel sein könnte.

Der Schultergürtel von Loricaria.

Bei der Beschreibung des Schultergürtels halte ich mich streng an die Nomenclatur, wie sie von Gegenbaur im 2. Hefte seiner „Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere“ für Silurus glanis aufgestellt worden ist und beziehe mich speziell auf Taf. VII, Fig. 1 *A* und 1 *B*. Damit soll nicht gesagt sein, dass ich mit den Definitionen vom „primären“ und „secundären“ Schultergürtel, wie sie Gegenbaur an zahlreichen Stellen seiner Werke niedergelegt, einverstanden sei, vielmehr werde ich weiter unten bei Besprechung des Schultergürtels der Ganoiden Gelegenheit finden, meine persönliche Ansicht in dieser ziemlich verwickelten Frage zu äussern.

Der Schultergürtel von Loricaria hat gegenüber von anderen Siluroiden insofern einen eigentümlichen Charakter gewonnen, als er in Verbindung mit dem sonderbar modificirten ersten Wirbel eine verticale Wand bildet, die einen beinahe vollständigen Abschluss des Kopfes gegen den übrigen Leib herstellt (Taf. IV, Fig. 9). Zwei median gelegene Aperturen bleiben übrig als Communicationsweg von Organen, die beiden Körperabschnitten zugleich zugewiesen sind: die untere erheblich grössere (*JR*) für den Verdauungstractus und dessen Gefässsystem, die obere kleinere (*MR*) für das Centralnervensystem.

Die Claviculae (*Cl*), welche nach innen die Intestinal-Apertur begrenzen, nach oben hin sich an eine untere Verlängerung der Querfortsätze des ersten Wirbels anlegen, nach aussen hin endlich nahe des lateralen Kopfrandes herunterlaufen, sind uhrglasförmige, dünne, pellucide Knochen. Ihre Convexität überwölbt nach hinten einerseits das Procoracoid (Fig. 3 *Pr*; Fig. 9), in der Richtung des unteren Randes der Clavicula verlaufend, andrerseits das Scapulare (*Scap*, Fig. 7, Fig. 9), ungefähr dem lateralen Rand parallel gerichtet. Procoracoid und Scapula heben sich am lateralen Rand, in der Nähe des Brustflossengelenkes, weit vom Kopfe ab, wie die Balken eines Hausgiebels, um sich zu einem starken Zinken zu vereinigen (Fig. 7), der in der Richtung der Körperaxe nach hinten strebt und an seiner Basis von rundlichen Löchern (*OA, UA*) durchbrochen ist, deren Bedeutung wir gleich zu besprechen haben werden.

Das Procoracoid (Fig. 3 *Pr*, Fig. 9) — der mediale Teil entspricht dem Processus anterior radii Mettenheimers — erscheint als ein ziemlich kräftiges Gebilde, namentlich bei Betrachtung von unten. Oben trägt es an seinen Rändern (Fig. 9) zwei scharfe Kanten, welche lateralwärts die untere Austrittsöffnung des Flossennerven (Fig. 7 *UA*) zwischen sich schliessen. Bei Silurus glanis sind diese Verhältnisse nicht angedeutet. Die Unteransicht zeigt ferner, dass fraglicher Knochen nach vorn in den „unteren Procoracoid-Fortsatz“ Gegenbaurs ausläuft, während hinten der oben geschilderte Zinken aufsitzt. Zwischen drin liegt eine ovale Mulde (Fig. 3 *M*), welche zu einem Hohlraum führt, der Procoracoid und Scapula, sowie deren Fortsatzbildungen räumlich von der Clavicula scheidet und zur Aufnahme der Abductoren der Brustflosse bestimmt ist.

Das Scapulare Gegenbaurs (Fig. 7 *Scap*, Fig. 9) geht ebenfalls von dem mehrfach erwähnten Zinken als dünne Spange aus, um sich mit bedeutend verbreitertem Ende an den oberen, lateralen Rand der Clavicula anzusetzen. Es entspricht der Spange des Humerus Owens und Mettenheimers und lässt zwischen sich und der Clavicula eine rundliche Oeffnung (*OA*), die obere Austrittsstelle des Flossennerven.

Die Brustflosse weist sieben Strahlen auf und gelenkt mit dem Schultergürtel in einer Vertiefung, über die sich die Clavicula mit einem kräftigen Bogen hinüberwölbt (Taf. IV, Fig. 1 *Clw*, Fig. 3, Fig. 2). Das Capitulum des besonders mächtig entwickelten ersten Strahles ist abgeflacht, das Collum gegen das Capitulum einerseits und die beiderseitigen Trochanter andrerseits durch eine tiefe Furche abgegrenzt. Die der Brustflosse zukommende Freiheit der Bewegung ist eine begrenzte, da durch die eigenthümliche Art und Weise der Gelenkbildung bloss eine Abduction von $^1/_4$ Schraubenbildung von c. 4 Centimeter Schraubenhöhe ermöglicht wird. Der zweite Strahl gelenkt nicht selbstständig mit der Basalpartie der Flosse, sondern ist mit seinem proximalen Ende, welches zu einem hakenförmigen Fortsatz umgestaltet ist, in eine dreieckige, über den Trochanteren gelegene Höhlung des ersten Strahles eingelassen.

Im Anschluss an den Schultergürtel noch einige Worte über den Beckengürtel. Die Configuration desselben erhellt aus Fig. 10 von Taf. VI. Da die Präparation der Fischskelette in den meisten Museen bis heute eine sehr missliche ist, indem wichtige Teile wie der Beckengürtel entweder ganz fehlen oder doch bis

zur Unkenntlichkeit verstümmelt sind, wurde es mir nicht möglich, den Beckengürtel von Loricaria mit demjenigen einer grösseren Anzahl von Teleostiern zu vergleichen. Als besterhaltener stand mir derjenige von Aulopus filamentosus, eines Salmoniden, zur Verfügung, mit dem ersterer manche Züge gemein hat. Von einem Ischio-Pubis zu sprechen halte ich nicht für zweckmässig, so lange die Homologie mit einem Coracoid und Procoracoid nicht nachweisbar ist. Dass der ganze Beckengürtel knorpelig vorgebildet sei, glaube ich nicht; ich nehme aber für die dünnen, plattenartigen, pelluciden Teile auch keine Deckknochengenese an. Vielmehr ist es gerade diese äussere Beschaffenheit, welche mich vermuten lässt, dass sie, ähnlich den „Clavicular-Stücken" des Störs, als exo-perichondrale Verknöcherungen entstanden sein möchten. — Die Bauchflosse hat fünf Strahlen, wovon der erste wiederum der mächtigste ist. Die Articulation ist weniger comcomplicirt als bei der Brustflosse.

Loricaria cataphracta.

(Specieller Teil.)

Aus circa 500 Schnitten, in die ich die eine Kopfhälfte des zu meiner Untersuchung dienenden Exemplares zerlegte — die andere blieb zur Controllirung der topographischen Verhältnisse intact — gelang es mir, einen genauen Einblick in die osteologischen Verhältnisse zu gewinnen.

Primordial-Cranium.

Querdurchschnitte durch den vorderen Teil des Rostrums zeigen einen centralen Teil, welcher von Knorpel eingenommen ist; die Knorpelzellen sind ziemlich gross und senkrecht zur Medianlinie des Körpers orientirt (Taf. V, Fig. 1). Die periphere Partie bildet ein schmaler knöcherner Gürtel. Weiter nach hinten zu gewinnt die Knochensubstanz grössere Ausdehnung; Spangen dringen centripetal in den Knorpel vor, vereinigen sich in mannigfaltiger Weise und stellen so ein spongiöses Gewebe dar von schwer zu beschreibendem Charakter (Fig. 2, 3). Die ihrer Kalksalze beraubte Grundsubstanz, welche mit Säuren behandelter Knochen darbietet, schliesst eine Menge von unregelmässigen,

kleineren und grösseren, meist rundlichen Höhlungen ein, welche entweder leer oder mit grossen Fettzellen erfüllt sind (*fe*). Es ergiebt sich somit, dass am Primordialcranium der Knorpel der vom Perichondrium ausgehenden, centripetal wachsenden Knochensubstanz weicht, während diese wiederum durch Fettgewebe substituirt wird. Dieser eben geschilderte Substitutionscyclus wiederholt sich auf allen Schnitten durch die weiter hinterwärts gelegenen Partien des Kopfes. Schnitte auf der Höhe des vorderen Nasenrandes ergeben, dass der Knorpel resorbirt ist bis auf eine kleine Stelle in der unteren Begrenzung der Schädelkapsel (Fig. 3). Metapterygoid, Quadratum und Symplecticum sind vollständig ossificirt und zeigen grössere mit Fett erfüllte Hohlräume. Weiter nach hinten umfasst der Knorpel ungefähr die untere Hälfte der Gehirncavität. Zwischen Mesopterygoid und Ethmoid wird eine Gelenkstelle sichtbar (Fig. 3). An der Grenze zwischen Hyomandibulare und Quadratum bleibt der Knorpel erhalten (Fig. 3) — eine eigenthümliche Erscheinung, welcher wir in Zukunft noch öfter begegnen werden. — Bisher war das Integument von dem Substrate abtrennbar gewesen. Von jetzt ab, etwa zwischen hinterem Nasenrand und vorderem Augenrand, treten Dermalplatten mit dem Primordialcranium in innige Beziehung (Taf. IV, Fig. 6). Ein Schnitt durch diese Gegend zeigt uns eine mediale Knorpellamelle, allseitig, namentlich aber distalwärts von spongiösem Knochengewebe eingerahmt (Taf. V, Fig. 4). Eine grössere Höhlung ist mit reichlichen Fettzellen erfüllt. Nach oben zu zeigt die offenbar perichondral entstandene Knochenschicht, die Decke des Primordialcraniums, eine grössere Mächtigkeit. Ueber derselben ist ein Stratum von Bindegewebe, erheblich dick in der Höhe des Augenrandes, nach oben und unten zu allmälig sich verlierend (*Big*). Bedeckt wird es von aussen durch die aus der Vereinigung von Basalplatten der beweglichen Hautzähne (*Hz*) entstandenen Dermalossificationen (*Dk*) — Deckknochen nunmehr im vollen Sinne des Wortes. Sie bilden ein Continuum, welches von nun an bleibend den aus dem Primordialcranium hervorgegangenen Verknöcherungen aufliegt und zwar (grösstenteils) ohne von denselben durch eine bindegewebige Schicht getrennt zu sein. Vielmehr geht ersteres mit dem Primordialcranium eine so innige Verschmelzung ein, dass weder histologisch noch mechanisch eine Grenze zwischen Primordial- und Dermalossificationen sichtbar gemacht werden kann (Taf. V, Fig. 6, 7, 8). Auch die Dermalossificationen unterliegen einer partiellen Substitution durch Fettgewebe.

Die Hautzähne, deren Cementbildung den Anstoss zu dieser hochinteressanten Deckknochenbildung gab, sind auf der gesammten Oberfläche des Craniums stumpf und breit und stehen ziemlich dicht beisammen. Den Dermalplatten liegt zu äusserst eine bräunliche Epidermis (*Ep*) auf, welche reichliche Oelkugeln führt und von den Spitzen der Zähne siebartig durchbrochen ist. — Von einem bestimmten Princip in der Architectonik der Knochenspongiosa lässt sich weder hier am Schädeldach etwas bemerken, noch am Metapterygoid, Quadratum und Symplecticum. Höchstens eine kurze Strecke über dem Auge (Fig. 6) zeigt eine etwas regelmässigere Anordnung der Höhlungen parallel zur Schnittebene.

Die folgenden Schnitte durch die Augengegend haben von dem eben geschilderten Verhalten keine wesentlichen Abweichungen aufzuweisen. In der Opercular-Region ist die Verschmelzung von Dermalplatten mit dem Substrate eine ebenso innige wie am Schädeldache. Knorpel bleibt an einzelnen Stellen in der Umgebung der Gehirn-Cavität erhalten, vorzüglich ist es das Septum zwischen Schädel- und Augenhöhle, auf welches derselbe sich beschränkt (Fig. 4, 6). Auf demselben nimmt er bald den oberen, bald mehr den mittleren, nach hinten zu hauptsächlich den unteren Teil ein. Interessant ist die Uebergangsstelle vom Hyomandibulare zu der Opercularegend (Fig. 5), wo sich der Knorpel wiederum an den einander zugewendeten Enden benannter Bildungen erhalten hat. — Auf den Schnitten durch die hintere Parietalgegend zeigen sich Knorpelpartien in der Wandung, welche sich trennend zwischen Gehirn- und Mundhöhle einkeilen (Fig. 7, Fig. 8), bald zu einem Stücke zusammenhängend, bald getrennt in mehrere, ohne dass sich aus ihrer Lage etwas Gesetzmässiges deduciren liesse. Die Knorpelzellen sind, soweit ihre Anordnung nicht durch beginnenden Ossificationsprocess getrübt erscheint, in der Richtung des Querschnittes orientirt. Die Substitution der knöchernen Teile durch Fett ist namentlich medialwärts eine sehr bedeutende (Fig. 7, 8).

Die hintersten Schnitte sind durch die mit den beiderseitigen Processus transversales des ersten Wirbels fest verschmolzene Occipitalregion geführt, zeigen aber in ihrem histologischen Habitus ausser einer geringeren Entwicklung von Markräumen nichts, was betont zu werden verdiente.

Ein Parasphenoid konnte ich, wie ich schon im allgemeinen Teile berichtet habe, auch auf den Querschnitten nicht finden. Ein discretes Deckknochengebilde der Mundschleimhaut müsste

leicht nachzuweisen sein, wenn es überhaupt existirte. Uebrigens ist meines Wissens der Mangel eines Parasphenoids bisher bloss bei Cyclostomen und Elasmobranchiern beobachtet worden.

Knochenkörperchen fehlen, wie denn bekanntlich die Teleostier durch das Fehlen derselben unter den Vertebraten eine Sonderstellung beanspruchen.

Palatinum. Auf Durchschnitten durch das vordere Ende, das mit einer Gelenkpfanne für das Maxillare versehen, beobachtet man ein massives Knorpelstück; an der einen Seite legt sich eine schmale, perichondrale Knochenlamelle an (Taf. V, Fig. 11). Schon die nächstfolgenden Schnitte aber zeigen den centralen Knorpel im Kampfe mit dem von der Peripherie eindringenden Knochen (Fig. 12), der gegen das hintere Ende völlig die Oberhand erlangt hat, dafür aber wiederum alsbald durch Fett substituirt wird, welches das Innere zu einer grossen Markhöhle umwandelt (Fig. 13). Das hintere Gelenk zeigt medialwärts wieder eine knorpelige Partie, sodass das Palatinum ein weiteres, schönes Beispiel liefert für die schon mehrfach betonte Thatsache, dass bei Loricaria der Knorpel überall nur da erhalten bleibt, wo er durch seine Geschmeidigkeit und Nachgiebigkeit von Wert ist, was eben vorzugsweise an Gelenken der Fall ist. Knochen hingegen wird vermöge seiner Stabilität und Inflexibilität an allen den Stellen von Vorteil sein, wo eine gegen Druck und Stoss Garantie leistende Gewebsform erforderlich ist.

Das Palatinum ist, wie aus dem Bisherigen hervorgeht, bei Loricaria als primäres Gebilde mit perichondraler Verknöcherung zu betrachten und würde dem entsprechen, was van Wijhe nach einem Vorschlage von Gegenbaur als „Autopalatinum“ bezeichnet.

Maxillare. Das bei den übrigen Siluroiden die Hauptbarteln tragende Maxillare ist hier bei L. ein rudimentärer Knochen, der auf dem Querschnitte halbmondförmig erscheint; die Concavität ist der Vorderseite des Fisches zugekehrt (Taf. IV, Fig. 8; Taf. V, Fig. 10). Die Knochenspongiosa zeigt radiale Bälkchen, einzeln oder zu Gruppen von 2, 3 vergesellschaftet; alle stehen unter sich durch zarte Querbänder in Verbindung. Gegen das distale Ende erscheint diese regelmässige Anordnung verwischt. — Das Maxillare gilt bei den Teleostiern als Deckknochen. Ob die Genese bei Loricaria die Regel befolgt, liess sich an einem so vorgerückten Stadium selbstverständlich nicht mehr entscheiden.

Intermaxillare. Die bohnenförmigen Intermaxillaria erscheinen auf dem Querschnitt als ovaler Knochenring, welcher vorn an einer Stelle ungeschlossen bleibt behufs des Durchtritts der Zähne (Taf. V, Fig. 9). Der centrale Hohlraum ist mit zahlreichen Zähnen erfüllt; auf einen Querschnitt fallen in der Regel 13 bis 20 derselben. Sie stehen in der Weise hinter einander, dass alle ihre Spitzen der besprochenen Lücke zuwenden. Der hinterste ist der kleinste, der eben in der Lücke befindliche, augenblicklich in Function stehende ist der grösste. Doch zeigen auch die jüngsten schon jene höchst sonderbare, meines Wissens ohne Analogie dastehende und schwer zu schildernde Form und Gestalt der fertigen.

Die Zähne von Loricaria (Taf. V, Fig. 17, Fig. 9, Fig. 14) besitzen sämmtlich ein S-förmiges Aussehen. Es lassen sich somit drei Teile an denselben unterscheiden, eine Basis, eine mittlere Partie und eine Spitze, welche alle drei in einem rechten bis stumpfen Winkel aneinander stossen. Was nun das Verständniss der Form anfangs erschwert, ist nicht diese Knickung, sondern der Umstand, dass einerseits zwar der Querschnitt auf der ganzen Längsausdehnung des Zahnes ungefähr der nämliche bleibt und ein flach gezogenes Oval darstellt, während andrerseits die drei Partien durch verschiedene Orientirung ihrer Queraxe von einander abweichen: die Basis des Zahnes ist von rechts nach links zusammengedrückt, der Mittelteil von oben nach unten, die Spitze wieder von rechts nach links. Dabei ist die Basis am breitesten, die Spitze wiederum ist breiter als die Mittelpartie. Die Ränder sind überall etwas aufgeworfen; eine Stelle an der Spitze zeigt durchweg bei allen Zähnen eine rundliche nach innen gerichtete Verdickung (*v*). Die Pulpa mit granulirtem Inhalte (*Zp*) lässt sich durch den ganzen Zahn hindurch genau verfolgen. Die Basis sämmtlicher Zähne ruht auf dem bindegewebigen Stratum, welches die Innenwand der Höhlung des Intermaxillare auskleidet (*Big*); die Spitze dagegen ruht in einer Kappe, die an den mit Borax-Carmin gefärbten Präparaten von dunkelbrauner Färbung erscheint (*Sk*). Wird nun ein Ersatz des in Function stehenden Zahnes erforderlich, so tritt der nächst jüngere an seine Stelle und in dem Masse als in der Lücke die Abnutzung stattfindet, bilden sich am entgegengesetzten Pole neue Zahnanlagen, die allmälig nach vorne rücken. Weitere, besondere histologische Eigentümlichkeiten konnte ich am Dentin nicht beobachten. Auch nach einem Schmelz habe ich, an entkalkten und unentkalkten Stücken, vergeblich gesucht (selbst bei

Anwendung verdünnter Essigsäure). Dennoch bin ich geneigt, die vorhin erwähnten braunen Kappen für schmelzbildende Epithelhüllen zu halten. Die Zahl der auf der ganzen Breite des Intermaxillare gleichzeitig functionirenden Zähne beläuft sich auf etwa 20, sodass sich der ganze Zahnvorrath in der Centralhöhle auf annähernd 260—400 Zahnanlagen belaufen kann.

Mandibulare. Die eben vom Intermaxillare geschilderten Verhältnisse haben auch Geltung für den medialen Teil des Unterkiefers, dessen äussere Form im allgemeinen Teil einlässlich Berücksichtigung gefunden hatte. Dieser mediale Teil, in topographischer Hinsicht dem Dentale analog, entspricht für sich allein dem Intermaxillare, dessen Form und Gestalt es nachahmt; dagegen ist auf der Höhe des Coronoidal-Fortsatzes die der zum Austritt der Zähne dienenden Lücke in der knöchernen Umzäunung entgegengesetzte Wand stärker verdickt (Taf. V, Fig. 14). Dort treffen wir auf den Anfang des Meckelschen Knorpels (*Mkk*), — den integrirenden Bestandteil des embryonalen Unterkiefers — als dreieckiges Knorpelfeld suspendirt zwischen mehreren grösseren Knochenhöhlungen. Schon auf den nächsten Schnitten hat sich der Habitus des Unterkiefers wesentlich verändert, da er nunmehr die Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks angenommen, an dem bloss die Begrenzungslinien knöchern sind, während der abgeschlossene Binnenraum knorpelig bleibt (Taf. V, Fig. 15). Die Spitze des Dreiecks ist nach oben gekehrt, die Basis nach unten. Betrachtet man den Unterkiefer als Ganzes von aussen, so ist man geneigt, den gesammten Abschnitt von der Coronoidalecke bis zur Gelenkstelle am Palato-Quadratum (Taf. IV, Fig. 6; Fig. 8) für eine massive knöcherne Bildung zu halten, bedeckt nach aussen hin von einem Articulare als Belegknochen, während der Innenseite ein Operculare anliegt, wie man dies von den übrigen Teleostiern her gewohnt ist. Aus der eben gemachten Schilderung der Querschnitte aber geht klar und deutlich hervor, dass wir es hier weder mit einem Articulare, noch einem Operculare zu thun haben. Vielmehr liegt hier einfach der Meckel'sche Knorpel vor, bekleidet auf der Aussenseite sowohl als auf der Innenseite von einer schmalen Knochenzone, die nirgends durch Bindegewebe vom Knorpelsubstrate abgegrenzt ist, somit als perichondral bezeichnet werden muss. Damit stimmen auch alle folgenden Schnitte durch die distale Partie des Mandibulare überein: ganz wie am Palatinum wächst die von aussen vordringende Knochensubstanz im Verhältniss zur Resorption des

centralen Knorpels, bis letzterer schliesslich erschöpft ist und die schon mehrfach beschriebene Markbildung eintritt (Taf. V, Fig. 16). Von einem Angulare als einem der Gelenkgegend aufliegenden Deckknochen ist auf den bezüglichen Schnitten ebenfalls nichts zu entdecken. — Interessant ist eine Stelle im Meckel'schen Knorpel, wo der sonst an unserem Fische bisher überall streng befolgte Substitutions-Cyklus: Knorpel — Knochen — Mark eine Abkürzung erleidet (Taf. VI, Fig. 11), indem inmitten des Knorpels und anscheinend ohne Contact mit den peripheren Knochenspangen ein Nest von Fettzellen sichtbar wird.

Kiemenbogen. Es wurden von den Epibranchialia und Ceratobranchialia des zweiten und dritten Bogens sowohl Quer- als Längsschnitte angefertigt. Wie zu erwarten stand, weisen die Serien darauf hin, dass die ursprünglichen Knorpelspangen vom Perichondrium aus verknöcherten, während der fertige Knochen wiederum durch Markbildung resorbirt wurde. Ein Längsschnitt durch ein Ceratobranchiale (Taf. VI, Fig. 12) lehrt uns, dass der Knorpel, dessen Zellen senkrecht zur Axe orientirt sind, bloss an den beiden Enden persistirt, wo die Gelenkung mit dem Epibranchiale einerseits und dem Basibranchiale andrerseits stattfindet. Durch einen solchen Schnitt bin ich überhaupt zuerst auf diesen merkwürdigen Umstand aufmerksam geworden, der sich späterhin für das ganze Kopfskelett als Norm herausstellen sollte. — Die Erfahrung, dass eine hohle Säule als Tragpfeiler dieselben Dienste thut, wie eine massive, sofern der Querschnitt sich gleich bleibt und die Belastung mit der Axe gleich gerichtet ist, hat die Baukunst schon längst praktisch verwertet, da relativ an Material gespart wird. An den Kiemenbogen nun, wo ähnliche mechanische Verhältnisse obwalten, kann zwar nicht von Ersparniss an Material die Rede sein, da ja jene anfänglich massiv sind, dafür aber dürfte es für einen Skeletteil von Vorteil sein, wenn bei gleicher Festigkeit eine Gewichtsverringerung eintritt. Ausserdem braucht der Ernährungsprocess in letzterem Falle erheblich geringere Ausdehnung anzunehmen — ein Factor, der für die Oekonomie des Organismus nicht ohne Bedeutung sein wird.

Es mag an dieser Stelle nochmals hervorgehoben werden, dass mit den Kiemenbogen keinerlei Zahnbildungen in Verbindung stehen, wie dies beispielsweise beim Hechte in ausgedehntem Masse der Fall ist.

Schultergürtel.

Schnittserien durch die einzelnen Partien des Schultergürtels ergaben leider, dass an dem zu meiner Untersuchung dienenden Exemplare aller Knorpel geschwunden war. Genauen Aufschluss über die gegenseitigen Beziehungen der sog. „primären" Teile zu den „secundären" konnte ich mir somit an diesem einen Individuum von Loricaria nicht verschaffen, sodass ich mich bei Beschreibung des Schultergürtels kurz fassen kann.

Das Procoracoid (Taf. V, Fig. 18) zeigt auf dem Querschnitte die Gestalt eines gleichschenkligen Dreieckes. Die Höhlungen der Spongiosa sind unter sich nahezu gleich, in Reihen angeordnet, die von der Basis gegen die Spitze und mehr oder minder mit dem einen Schenkel parallel laufen. In der Spitze sind die etwas in die Länge gezogenen Höhlungen zu einer Spirale angeordnet. Die Balken der ihrer Kalksalze beraubten Grundsubstanz sind verhältnissmässig stark. Durchschnitte durch das Scapulare und die übrigen Teile des „primären" Schultergürtels zeigen ein Verhalten, welches nur unwesentlich von dem eben geschilderten abweicht. — Jene Stelle des Clavicularrandes, die sich in einem kräftigen Wulst über den basalen Teil des starken Brustsstachels hinüberwölbt und namentlich bei der Gelenkbildung beteiligt ist (Taf. IV, Fig. 1, 2 *Clw*; Taf. V, Fig. 19), lässt auf allen Querschnitten Hautossificationen mit dem darunter liegenden knöchernen Substrate so innig verschmolzen erscheinen, dass durchaus keine Grenze mehr wahrzunehmen ist (Taf. V, Fig. 20). Dabei sind die Spongiosalücken, von aussen nach innen allmälig kleiner werdend, in radiale Reihen angeordnet. Der Stachel selbst weist in seinem Gelenkabschnitt eine centrale Höhlung auf, die mit Fettzellen vollgestopft ist (Taf. V, Fig. 19); canalartige Lücken ziehen sich durch das organische Stroma, in einer Richtung, die vertical steht zur Axe des Strahles. Die Endpartie selbst aber verdichtet sich mehr und mehr und nimmt stellenweise das Aussehen einer Compacta an. Die Spitzen der kurzen, starken, ziemlich gedrängt stehenden Hautzähne sind sowohl auf dem Clavicularwulste als an der Stachelbasis distalwärts gerichtet.

Balistes capriscus.

(Allgemeiner Teil.)

Die Balistidae (Drückerfische) gehören zu der umfangreichen Familie der Sclerodermen (Hornfische), welche wiederum eine Ordnung der Plectognathen (Haftkiefer) bilden, so benannt, weil bei den meisten unter ihnen die Kiefer mit einander verwachsen sind. Die Balistiden leben nach Hollard von kleineren Mollusken und Anthozoen, namentlich halten sie sich in der Nähe von Madreporenbänken auf, wo sie mit ihren scharfen Zähnen die ausgestreckten Polypen abätzen. Durch diese Nahrung, wohl wegen der ihr innewohnenden Nesselzellen, geschieht es, dass das Fleisch dieser Fische als ungesund, ja von einigen afrikanischen Arten geradezu als giftig verschrieen ist. Ich habe indessen im Darme eines ganz jungen Balistes auch halb verdaute kleine Fischchen gefunden. — Balistes capriscus, der Vertreter unserer europäischen Meere, bewohnt den atlantischen Ocean bis zu den britischen Gestaden, wo er jedoch zu den Seltenheiten gehört. Im Mittelmeere ist er ebenfalls keine häufige Erscheinung, doch hatte ich zuweilen in Neapel Gelegenheit, ihn lebend zu beobachten. Seine Färbung ist im Leben ein rötlich gewölktes Blau, welches nach dem Tode regelmässig in ein einförmiges Blassbraun übergeht.

Von der Anatomie der Balistiden haben schon ältere Naturforscher eine richtige Darstellung gegeben. So besitzen wir von Hollard aus dem Jahre 1853 eine eingehende Monographie der Familie. Wenn auch damals von den eigentümlichen Beziehungen des Hautskelettes der Fische zur Genese des Schädels, wie sie in den letzten Jahren durch die epochemachenden Untersuchungen Hertwigs nachgewiesen wurden und für die Phylogenie des gesammten Wirbeltierstammes hohe Bedeutung erlangt haben, noch nichts bekannt war, wesshalb denn auch jeder Versuch einer Morphologie des Fischschädels auf eine falsche Basis gerieth, so will ich doch in Nachfolgendem die Hollard'sche Darstellung zum Ausgangspunkt nehmen, die darin befindlichen Lücken ausfüllen und die Fehler verbessern.

Für das Integument ist mir schon O. Hertwig in seinen „Untersuchungen über das Hautskelett der Fische“ vorangegangen, wo er die Histologie der Haut von Balistes und einer grossen Anzahl verwandter Sclerodermen ausführlich behandelt.

Wiederum ist die gesammte Körperoberfläche mit Ausnahme der Flossen mit stacheltragenden, rhombischen Ossificationen bedeckt, die in manchen Beziehungen gewöhnlichen Fischschuppen ähneln. Doch lassen sich die Knochenplättchen nirgends vom Corium trennen, ohne durch Reagentien die vereinigenden Bindegewebslamellen zerstört zu haben. Bei der histologischen Untersuchung zeigen sich die Schuppen zusammengesetzt aus einem unterständigen, durch Ossification von Coriumlamellen entstandenen Knochengewebe, durch gekreuzte, ossificirte Bindegewebszüge ein carrirtes Aussehen gewinnend, sodann aus einer oberen, homogenen, glänzenden Knochensubstanz, aus welcher die mit gleicher Structur versehenen Stacheln emporragen. Diese letzteren sind jedoch unbeweglich und zeigen nicht jene höchst merkwürdige Gelenkung mit ringförmigen Sockeln, wie wir sie bei Loricaria kennen lernten. Sie sind deutlich geschichtet, gleichen somit in einander geschobenen Kegelmänteln; ein Schmelzüberzug geht ihnen ab. (Cfr. O. Hertwig, H. d. F., Heft 3, Taf. IV.)

Das Integument lässt sich am ganzen Körper, so auch am Schädel, dessen näherer Betrachtung wir uns jetzt zuwenden wollen, überall leicht abziehen; nirgends sind grössere Knochencomplexe durch Vereinigung von Basalplättchen entstanden, die etwa zum Primordialcranium nähere Beziehung gewonnen hätten. Man kann mithin bei Balistes, noch weniger als bei Loricaria, von Nasalia, Frontalia, Parietalia reden, die wie gesehen, nur aus der Verschmelzung von Hautossificationen im Schädelintegument entstanden sein könnten. Die einzige Stelle, wo von einem Belegknochen geredet werden mag, ist der vordere Augenrand, wo sich ein oder mehrere Orbitalia zu bilden im Begriffe sind (Taf. IV, Fig. 12). Aehnliches ist, nach den Zeichnungen von Hollard zu schliessen, bei verwandten Balistiden, als Monacanthus und Triacanthus, der Fall.

Was Hollard als „Os pariétal“, „frontal antérieur“, „frontal principal“, „frontal postérieur“, „nasal“ beschreibt, sind nichts anderes als Bezirke des Primordialcraniums, die mit secundären Verknöcherungen nichts gemein haben. Die nach seiner Zeichnung dieselben gegen einander abgrenzenden Suturen sind grossenteils Artefacte und keineswegs so deutlich zu unterscheiden, wie es nach Fig. 1 seiner ersten Tafel den Anschein haben könnte. Mir bietet sich der seiner Haut entledigte Balistesschädel als ein Continuum dar; bloss am Uebergange von der Orbital- in die Ethmoidal-

region ist eine Naht zu bemerken, über deren Bedeutung ich mir allerdings nicht klar geworden bin.

Die Beschreibung des Schädels, wie sie der französische Forscher gegeben hat, ist im Allgemeinen zutreffend. Die Verknöcherungen der Occipitalregion sind deutlich zu erkennen, da bei den Sclerodermen der Einblick nicht durch den ersten Wirbel (für Loricaria von eminent umgestaltendem Einfluss) erschwert wird. Für die Knochen der übrigen Regionen, sowie für das Visceralskelett verweise ich auf die Darstellung von Hollard. Nach der von Parker aufgestellten und jetzt von den Morphologen allgemein angewendeten Nomenclatur würden jedoch das „sphénoide" genauer als Parasphenoid — ein solches existirt übrigens bei Balistes nach meinen Untersuchungen nicht —, das „os temporal" als Hyomandibulare, das „os tympanic" als Metapterygoid, das „pterygoide interne" als Mesopterygoid, das „os transverse" als Propterygoid zu bezeichnen sein (Taf. IV, Fig. 12). Dagegen muss ich von Hollard darin abweichen, dass ich dessen Symplecticum für das Stylohyoid, das auf gleicher Höhe, nach vorn gelegene, unbenannte Stück als Symplecticum auffasse und in dem das Unterkiefergelenk tragenden Gebilde, das Hollard für einen Abschnitt des Praeoperculare ansieht, das Quadratum erkenne. Richtig dagegen sind seine Deutungen des Palatinum, Maxillare, Praemaxillare und Jugale. — Ungenau ist auf der von ihm gegebenen Seitenansicht des Schädels der Palatoquadratbezirk insofern, als nach Hollard zwischen Hyomandibulare und den Pterygoiden eine breite Lücke existiren müsste, während dies bei sorgfältig präparirten Exemplaren thatsächlich nicht der Fall ist (Taf. IV, Fig. 12). Die besagten Knochen stossen nahezu an einander und werden durch sehr feste Sehnen zu einem einheitlichen Ganzen vereinigt.

Das Visceralskelett wird bei Hollard etwas stiefmütterlich behandelt. Ich trage nach, dass das Hyoid im Vergleich zu den übrigen Kiemenbogen auffallend kurz ist, dass von den Radii branchiostegii nur sechs vorhanden, von denen der erstere plattenartig verbreitert ist und also wahrscheinlich eine Concrescenz von mehreren Kiemenhautstrahlen darstellt. Kiemenbogen I besitzt an seinem Vorderrande lange, weiche Vorsprünge, welche den festen Knochenbalken an der entsprechenden Stelle bei Silurus glanis analog sind. Die übrigen Kiemenbogen besitzen auf ihrer Oberseite links und rechts die schon beschriebenen Reusenbildungen, hervorgerufen durch regelmässig von einander abstehende, niedrige,

weiche Verdickungen der Mundschleimhaut. Kiemenbogen V ist rudimentär; sein Ceratobranchiale (Ossa pharyngea inferiora) ist wie die Pharyngobranchialia (Ossa ph. superiora) mit starken, scharfen Zähnen bewehrt.

Schultergürtel.

Hollard giebt eine höchst eigentümliche Deutung des Schultergürtels, die sich alsbald als irrig erweist, wenn man die Schultergürtel einer Mehrzahl von Teleostiern sorgfältig mit einander vergleicht. Ich gebe aber zu, dass das Object sich bei oberflächlicher Betrachtung schwer den entsprechenden Apparaten anderer Knochenfische an die Seite stellen lässt. Denn der Schultergürtel von Balistes zeigt insofern gerade das Gegenteil von dem gewohnten Verhalten, als die Clavicularstücke ihre Concavität nach aussen hin kehren. Freilich ist dieser Umstand nicht für sich allein, sondern mit der ungewöhnlichen Stellung der Brustflosse gemeinsam in Betracht zu ziehen. Balistes capriscus aber verdient noch besonderes Interesse, weil sich bei ihm die beim Aufbau des Schultergürtels des Störes in Anwendung kommenden Clavicularstücke in nicht allzu modificirtem Zustande wieder auffinden lassen. — Was Hollard als vereinigtes Clavicula-Coracoid-Stück ansieht (das Coracoid soll in dem unteren Teile, die Clavicula in der dorsal gelegenen, umgeschlagenen Leiste repräsentirt sein), ist für mich das Analogon der Clavicula s. st. des Störes. Es hat zwar hier weit grössere Ausdehnung als bei Accipenser angenommen, doch sind die Lagebeziehungen zu den übrigen Teilen des Schultergürtels unverkennbar die nämlichen. Das in der ganzen Länge der Clavicula anliegende Gebilde wird von Hollard als Teil des primären Schultergürtels bezeichnet und als Humerus gedeutet. Auch Gegenbaur glaubt einen Teil des primären Schultergürtels vor sich zu haben, doch nennt er denselben Coracoid. Nach meiner Meinung ist der fragliche Knochen nichts anderes als das Analogon des Infraclaviculare des Störs und Sterlets. Dass der sogenannte „primäre" Schultergürtel nicht in zwei Stücke, Radius und Ulna, zerfalle, wie Hollard im Texte sowohl als auf der Zeichnung angiebt, ist schon von Gegenbaur mit Recht betont worden. Was die den Schultergürtel mit dem Schädel verbindende Partie betrifft, so finde ich, dass sie deutlich die Verhältnisse beim Störe wiederholt. Hier wie dort giebt es ein discretes Knorpelstück bez. Knochenstück, das Gegenbaur als Suprascapulare bezeichnet. Das Anhangsstück der Clavicula „Ge-

genbaurs" bezeichnet Hollard als Scapula, während es von Huxley „Post-Claviculare" benannt wird. Es repräsentirt in der Reihe der Teleostier eine weit verbreitete Einrichtung. Beim Hechte habe ich mich überzeugt, dass es nicht knorpelig präformirt ist.

Balistes capriscus.

(Specieller Teil.)

Cranium.

Das Cranium der Balistesexemplare, deren ich fünf zu untersuchen Gelegenheit hatte, welche eine hübsche Reihe verschiedener Altersstufen darstellten, wurde in der mehrfach angegebenen Weise mit dem aufliegenden Integument in Querschnittserien zerlegt. Das älteste, sehr grosse Exemplar Nr. 5, dessen Kopf allein 15 Cm. lang war, zeigte noch zusammenhängende Knorpelreste in der Orbitalregion und der Labyrinthgegend (Taf. IV, Fig. 13). Das Rostrum war verknöchert, im Praemaxillare dagegen noch ein isolirtes Knorpelrudiment sichtbar. Bei den jüngeren Stadien Nr. 2, 3, 4 erstreckte sich ausserdem eine Knorpelspange im Innern des Ethmoids von der Orbitalgegend bis vorn zum Zwischenkiefer (Taf. IV, Fig. 14). Das jüngste Exemplar, Nr. 1, dessen Gesammtlänge kaum 20 Mm. betrug, aber nichts destoweniger schon mit einem sehr entwickelten Hautpanzerkleid ausgerüstet war, besass ein Cranium, das noch völlig knorpelig; bloss eine ganz zarte Knochenlamelle sass oberflächlich auf (Fig. 15).

Von meistem Interesse waren mir die Stadien 3 und 1; in den folgenden Angaben beziehe ich mich vorzugsweise auf das erstere.

Schnitte durch das Ethmoid zeigen eine T-förmige Knorpelfigur, welche allseitig von Knochen umlagert wird (Taf. VI, Fig. 1). Der Knorpel tingirt sich auch bei längerem Verweilen in Boraxcarmin sehr wenig und bleibt beinahe glashell; seine Zellen, meist zu 2 und 3 in kleinen Nestern zusammenliegend, weisen an wenigen Stellen eine bestimmte, ausgeprägte Orientirung auf. Die Knochensubstanz (*pk*) liegt dem Knorpel (*kp*) überall ohne Vermittlung einer bindegewebigen Schicht unmittelbar auf, am mächtigsten wird sie auf der Rückenseite. In der Ethmoidalregion habe ich eine besondere Architectur der Knochensubstanz nicht

beobachtet, dagegen zeigt dieselbe auf allen Präparaten eine andere Eigentümlichkeit, welche ich bei keinem anderen Fische wahrgenommen habe und meines Wissens auch noch von keinem Forscher beschrieben wurde. Während nämlich bei Loricaria die Markhöhlen der Mehrzahl nach völlig leer, hie und da aber auch mit grossen Fettzellen erfüllt sind, lässt entkalkter Knochen von Balistes an dem zurück gebliebenen organischen Stroma 2 anscheinend differente Substanzen erkennen (Taf. VI, Fig. 5). Innerhalb der Maschen der Spongiosa, welche sich durch die gleichmässigere Dicke der stark tingirten Wandungen (*kl*) von Loricaria auszeichnet, befindet sich eine zweite Masse, die zu den gebräuchlichen Färbungsmitteln keine oder doch nur höchst geringe Affinität besitzt (*spl*). Bei stärkerer Vergrösserung und genügender Zartheit des Schnittes erkennt man in der letzteren eine grosse Anzahl feiner Linien, welche concentrisch um eine meist central gelegene, grosse Höhlung angelegt, doch nur in den wenigsten Fällen als geschlossene Kreise zu verfolgen sind. Ausserdem nimmt man eine grössere oder kleinere Anzahl von Linien wahr, welche radial verlaufen, aber wiederum selten vom Centrum bis an das Spongiosa-Balkenwerk heranreichen. Die erwähnte Höhlung ist kreisrund, wenn die Spongiosalücken eine rundliche Form besitzen, kann aber auch lang gezogen erscheinen; stets giebt sie in verkleinertem Massstabe die Gestalt der Lücke wieder. Den Innenrand der Höhlung besetzen rundliche Elemente von granulirtem Inhalte, von verschiedener Grösse und unregelmässigen Abständen von einander. Hin und wieder liegt die Höhlung etwas excentrisch.

Die ganze Einrichtung erinnert einigermassen an das Verhalten, welches feine Knochenschliffe höherer Wirbelthiere beispielsweise des Menschen zeigen: an die Speziallamellen, welche concentrisch einen Haversischen Canal umgeben, der eine Blutgefässbahn darstellt.

Schnitte durch die Orbitalregion und Labyrinthgegend sind von Interesse durch die eigentümliche Architektur der aus dem Chondrocranium hervorgegangenen Knochenspongiosa (Taf. VI, Fig. 2). Wir beobachten ein horizontales System (*hSy*), vom lateralen Rande nach der Medianlinie hin stärker werdend und an letzterer Stelle noch einen mässig grossen Knorpelrest einschliessend. Ob hier im Innern des Craniums überhaupt der Knorpel einmal im Laufe der ontogenetischen Entwicklung von Balistes völlig zum Schwunde gelangt, scheint mir zweifelhaft,

seitdem ich noch so verhältnissmässig erhebliche Knorpelmassen in der Umgebung des Gehörapparates angetroffen habe bei Nr. 1, welches nach den Dimensionen des Schädels zu schliessen, ein ungewöhnlich grosses, altes Exemplar gewesen sein musste. Auf dem horizontalen System nun ruht seitlich ein aufrechtes, mit radialen Spangen, die unter sich durch Querbänder in Verbindung stehen (*vSy*). Es fällt leicht, den ganzen Mechanismus auf das Fachwerk einer Bogenbrücke zurückzuführen: das horizontale System stellt den Druckbaum dar, der Zwischenraum auf demselben zwischen je 2 Spangen entspricht einer Druckgurte. Die aufrechten Spangen repräsentiren die Verticalständer (Pfosten), die unter sich durch Diagonalbänder verbunden werden.

Dem aufrechten Spongiosa-System liegt äusserlich eine derbe Bindegewebsschicht (*Cor*) auf, von derselben strengen Regelmässigkeit, wie am ganzen Leibe. Oben ruhen die zahntragenden Cementplättchen, deren Rand jeweils vom nächstfolgenden überlagert wird (*Dk*). Sie treten mit dem Cranium bloss an einer einzigen Stelle, am vorderen Augenrand in Verbindung, vereinigen sich auch nirgends zu grösseren Complexen, die auf eine Deckknochenentwicklung hindeuten könnten. Oberflächlich zieht sich die Epidermis (*Ep*) derart über das Ganze hinweg, dass bloss die Spitzen der Hautzähne hervortreten (*Hz*).

Das Ganze ist offenbar höchst zweckmässig den Gesetzen der Statik angepasst und dürfte das Cranium von Balistes trotz eines Aufwandes von geringen Mitteln gegen äusseren Druck und Stoss vortrefflich gesichert sein.

Schnitte durch das Praemaxillare zeigen ein oberes dreieckiges Knorpelfeld, dem nach unten eine knöcherne Partie folgt mit den grossen sonderbar gestalteten Zähnen, welche den Schneidezähnen des Menschen nicht unähnlich sind. In der Tiefe stösst man auf zahlreiche Zahnanlagen, welche sich auf verschiedenen Stadien der Entwicklung befinden.

Schultergürtel.

Da ich bisher an den Crania von Loricaria und Balistes keine Bildung von Knochenkernen beobachtet hatte und mich verschiedene Gründe an dem völlig ossifizirten Schultergürtel von Loricaria auf ähnliche Osteogenese wie am Cranium schliessen liessen, war es für mich von besonderem Interesse, Schnitte zu studiren, welche durch den sog. primären Theil des Schultergürtels von Balistes (in entkalktem Zustande) gelegt waren. Ich hatte hier mehr

Glück, indem ich gegen meine Vermutung noch Knorpelreste medianwärts im Innern des Suprascapulare (Taf. VI, Fig. 3) und Scapulare (Fig. 4) antraf, die im Kampfe mit der von aussen vordringenden Knochensubstanz eben am Erliegen waren. Damit ist denn auch festgestellt, dass an den sog. „primären“ Teilen des Schultergürtels die Verknöcherung, ganz wie am Primordialcranium von Loricaria und Balistes, eine endo-perichondrale ist und mit „endochondralen Knochenkernen“ nichts zu thun hat.

Die aus dem Schulterknorpel hervorgegangene Knochensubstanz bot wiederum merkwürdige Strukturverhältnisse dar: gerade Spongiosabalken, vertikal stehend zur Längsaxe des Schultergürtels parallel zur Queraxe des Fisches mit mässiger Entwicklung von Diagonalbändern (Fig. 3). Für diese Verhältnisse ist jedenfalls massgebend die Stellung der Brustflosse, welche zu beiden Seiten des Kopfes, dicht hinter dem engen Kiemenschlitze angebracht ist und deren Bewegung bekanntlich in Abduction und Adduction besteht.

Hautossificationen treten nirgends in Beziehung zum Schultergürtel, wo sie etwa zur Bildung der sog. „secundären“ Bestandteile desselben Veranlassung geben könnten. Vielmehr ruht dem Schultergürtel eine derbe Schicht Bindegewebe auf von der gewohnten Regelmässigkeit (*Cor*). Zu äusserst finden wir wieder kleine Dermalplättchen, welche bald bloss 1, bald 2 unbewegliche Zähnchen tragen, die die Epidermis (*Ep*) durchbohren, um mit ihrer Spitze frei an der Oberfläche sichtbar zu werden. Vereinigungen von solchen Plättchen zu grösseren Ossificationscomplexen existiren nirgends — alles Umstände, welche mich bestärken in meiner Ueberzeugung, dass die sog. „secundären“ Bestandteile des Schultergürtels nicht als Derivate des Integumentes aufzufassen sind, sondern im Anschluss an den Knorpel, als exo-perichondrale Verknöcherungen entstanden sein müssen. Ich komme auf die weitere Begründung dieser meiner Ansicht weiter unten zurück.

Accipenser ruthenus

(Spezielles.)

Cranium.

Schnitte durch das Schädeldach des Sterlets zeigen ganz besonders schön die einleitenden Prozesse zur perichondralen Ossi-

fication (Taf. VI, Fig. 6), die übrigens bei den Ganoiden zeitlebens auf diese Anfänge beschränkt bleibt. Die Wandungen des Primordialcraniums, noch völlig knorpelig, sind nämlich nach aussen hin zackig und bieten eine grosse Anzahl von Einbuchtungen der, hervorgerufen durch das Vordringen von Blutgefässen in Begleitung des dem Chondrocranium aufliegenden Bindegewebes. — Häufig trifft man auch schmale Gänge an, welche bald gerade bald mehr in schiefer Richtung zu einer tiefer gelegenen, runden oder ovalen Höhlung (*cav*) führen; das Innere dieser Systeme wird von bindegewebigen Fasern durchzogen. Die Knorpelzellen der Umgebung lassen dann nicht mehr die regelmässige Anordnung erkennen, durch welche sie an anderen Partien ausgezeichnet sind. —

Die Oberfläche des Craniums bilden die Deckknochen (*Dk*), erscheinend als eine zusammenhängende Lamelle, kaum mächtiger als das darunter befindliche bindegewebige Stratum. Sie sind hervorgegangen aus einer Summe von discreten zahntragenden Dermalschuppen und von zahlreichen Löchern und Canälen durchzogen. Die Zähne (*Hz*), bald stumpf, bald spitzer, sind wie bei Balistes unbeweglich und mit den als Unterlage dienenden Cementplättchen innig verschmolzen. Knochenkörperchen sind sichtbar. Doch lässt sich in ihrer Verteilung nichts Gesetzmässiges finden; auch vermisst man die sternartige Figur, welche den Knochenkörperchen höherer Vertebraten durch die auslaufenden Kalkkanälchen erteilt wird.

Schultergürtel.

Wenn sich die vergleichende Anatomie glücklich schätzen muss, im Störe und Sterlet noch heute lebende Fischformen zu besitzen, welche auf die Genese der Schädeldeckknochen ein helles Licht werfen, so hat dies vielleicht in noch höherem Masse zu geschehen in Rücksicht auf die Phylogenie des Schultergürtels. Hier haben wir eine „primäre“ Partie, noch ganz die Charaktere besitzend, wie sie den Schulterknorpel der Haie und Rochen kennzeichnen, bestehend aus zwei Stücken, einem scapularen Teil (Taf. VI, Fig. 8) (*Scap*) und einem suprascapularen (*Sscap*). Beide Teile stehen durch ein schiefliegendes, aber ebenflächiges Gelenk miteinander in Verbindung. Dazu treten äusserlich 4 platte, den Knorpel von zwei Seiten umhüllende Verknöcherungen auf, eine mittlere Clavicula, zwei Supraclavicularia, wovon das obere die Verbindung mit dem Schädel herstellt und dem knorpeligen Suprascapulare angelehnt ist, endlich ein unteres Infraclaviculare. Man

ist auf den ersten Blick versucht, diese 4 Gebilde als Hautknochen im vollen Sinne des Wortes zu erklären. So hat man denn nach dem Vorgange Gegenbaurs auch bis auf den heutigen Tag allgemein gethan. Sie unterscheiden sich durch ihre scheibenartige Gestalt von den übrigen Teilen des Schultergürtels sofort, haben auf ihrer der Körperoberfläche zugewendeten Seite Integument-Ossificationen fest aufliegen und sind endlich — bei älteren Stören wenigstens — nicht allzu schwierig von dem Knorpelsubstrate abzulösen.

Ich habe aber schon bei Balistes capriscus geltend gemacht, dass sich auch denken liesse, dass diese Clavicular-Stücke im Anschluss an den Knorpel, also als exo-perichondrale Verknöcherungen entstanden sein könnten und erst späterhin an den Stellen, wo sie in unmittelbarer Nähe der Haut sich befinden, mit Integument-Ossificationen in innigere Beziehung treten. Ich glaube durch die Verhältnisse des Schultergürtels beim Stör und Sterlet zur Aufstellung einer neuen Theorie berechtigt zu sein und spreche die Vermutung aus, dass überhaupt für die Genese des Schultergürtels sämmtlicher höherer Vertebaten den „secundären“ Verknöcherungen im Sinne Gegenbaurs nicht die bedeutende Rolle zukommt, wie man bisher anzunehmen gewohnt war. Ich habe hierbei die Clavicula im Auge, die nach der Meinung der heutigen Anatomen, von den Ganoiden ab, bei den höheren Fischen, bei den Anuren, Reptilien, Vögeln und Säugetieren ein Derivat des Integuments darstellen soll.

Es ist eine Thatsache, dass bei den Teleostiern der „primäre“ Schultergürtel gegen den „secundären“ in eigentümlicher Weise zurücktritt, dass ferner bei den Knochenfischen die „secundären“ Teile oft tief in's Innere zu liegen kommen, von starken Muskeln überlagert sind und in keinerlei Contact stehen zur Körperhaut. Ich erinnere z. B. an die uhrglasförmigen Clavicularstücke bei Loricaria, die eine senkrechte Wand bilden und den Kopf vom übrigen Leib so vollkommen abschliessen, dass bloss 2 enge Oeffnungen, die eine für das Rückenmark, die andere für den Darmkanal übrig bleiben. In diesem letzteren Umstande scheint mir das gewichtigste Argument gegen die Deckknochennatur der Clavicula zu liegen.

Schon eine äussere Betrachtung der Clavicularstücke des Sterlets z. B. eines Supraclaviculare lehrt uns, dass wir es hier nicht mit einem einheitlichen Gebilde zu thun haben. Es sind vielmehr 2 Lamellen vorhanden, wovon die innere dem Knorpel

von zwei Seiten dicht anliegt und eine gleichmässig dünne, elastische Verknöcherung darstellt. Nach der Körperoberfläche zu lagert ihr eine andere Lamelle auf, die ein höckeriges Aussehen darbietet und sich unzweifelhaft als Bestandteil des Integumentes zu erkennen giebt, aber so fest mit der vorigen verbunden ist, dass es nur mit Hülfe eines Messers gelingt, einzelne Stücke von der Unterlage abzusprengen. Querschnitte durch den Suprascapular-Teil eines jungen Sterlets zeigen den Schulterknorpel nach aussen hin begränzt: (Taf. VI, Fig. 7)

1. durch eine continuirliche, mässig dicke Knochenschicht ohne Höhlungen und Lücken, aber mit Knochenkörperchen (Fig. 7, *iL.*).
2. durch eine ungefähr ebenso dicke, zahntragende Lamelle, von sehr unregelmässiger Gestalt, ebenfalls mit Knochenkörperchen, mit Canälen und Lücken; von der vorigen Knochenschicht getrennt durch ein System von kleineren und grösseren Höhlungen. Sie entspricht für sich in jeder Hinsicht den Deckknochen, wie wir sie am Primordial-Cranium dem Knorpel aufliegen sehen (Fig. 7, *ä L*).

Damit ist denn auch der Beweis erbracht dafür, dass man die Clavicular-Stücke am Schultergürtel der Ganoiden nicht schlechthin als Deckknochen bezeichnen darf, wie es bisher allgemein geschehen.

Vielmehr sind dieselben als gemischt zu bezeichnen, da bloss die äussere, als Bestandteil des Integuments fungirende Lamelle den Wert eines Deckknochens besitzt, während die innere morphologisch in keinerlei Beziehung zu Hautossificationen steht. Letztere ist vom Perichondrium aus entstanden, im Anschluss an den Schulterknorpel, mit centrifugaler Wachstumsrichtung und entspricht meinen exoperichondralen Verknöcherungen. Als solche ist auch die Clavicula der Teleostier zu betrachten.

Nehmen wir noch den Umstand hinzu, dass die Clavicula der Säugetiere sich aus einer knorpeligen Anlage bildet und in vielen Punkten ähnlich wie jeder andere knorpelig präformirte Knochen sich verhält — so ist sicherlich die Wahrscheinlichkeit grösser, dass ein schon von Anfang her mit dem Knorpel in engem Connexe stehender Skeletteil im Laufe der phylogenetischen Entwicklung knorpelig vorgebildet werden kann, als dass ein der Körperhaut entstammter Deckknochen zu einer so auffallenden Cenogenie gelangen könnte. Uebrigens ist bereits schon 1877 von A. Goette in seinen „Beiträgen zur vergleichenden Morphologie des Skelettsystemes der Wirbelthiere“ ausser an verschiedenen Säugetieren

auch durch Untersuchungen an der Blindschleiche, Chnemidophorus, einer Podocnemisart, Cistudo carolina, sodann am Huhn und Fulica atra, unter den Anuren an Rana, Phryniscus und Bombinator, unter den Urodelen an Salamandra maculata und Menopoma nachgewiesen worden, dass die Schlüsselbeine knorpelig angelegt sind und einer „indirekten Verknöcherung" unterliegen, was uns wohl zu der Vermutung berechtigt, diesem Entwicklungsmodus allgemeine Gültigkeit unter den Wirbeltieren vindiziren zu dürfen.

Ich trage schliesslich noch nach, dass die Clavicularstücke der jugendlichen Ganoiden weit schwieriger von dem Knorpelsubstrate abzutrennen sind, als im vorgerückteren Alter und erblicke darin eine Stütze für die eben entwickelte Ansicht. Denn die exo-perichondralen Verknöcherungen können sich späterhin von ihrer Matrix emancipiren und einen geringeren oder höheren Grad von Selbstständigkeit erlangen, der ihnen erlaubt nach einer Richtung hin zu proliferiren, wo thatsächlich kein knorpeliges Substrat mehr die Grundlage für ihre Genese abgeben kann.

Zusammenfassung der Resultate.

1) Bei dem Schädel von Loricaria darf nur dann von „Deckknochen" geredet werden, wenn man darunter nicht bestimmte Territorien nach Analogie anderer Teleostier, sondern ganz allgemein solche Stellen versteht, wo die aus der Vereinigung von Basalplättchen der Hautzähne hervorgegangenen Dermalplatten ohne bestimmte Gesetzmässigkeit in Beziehung zum Primordialcranium treten.
2) Die 3 Siluroiden: Loricaria cataphracta, Doras Hancockii, Callichtys longifilis stellen eine natürliche Gruppe dar, welche die verschiedenen Stadien der Phylogenie der Schädeldeckknochen auf's schönste darthun. Sie sind in dieser Beziehung kaum höher organisirt als die Ganoiden.
3) Im ausgewachsenen Zustande ist das Primordialcranium von Loricaria grösstenteils verknöchert; die Verknöcherung ist eine perichondrale.
4) Die Mundschleimhaut von Loricaria lässt keinerlei Zahnbildungen hervorgehen, welche zur Bildung von Belegknochen Veranlassung geben könnten.
5) Das Palatinum von Loricaria ist knorpelig vorgebildet, verknöchert perichondral und trägt keine Zähne.
6) Dem Unterkiefer von Loricaria fehlen als Belegknochen ein

Dentale Angulare, Operculare; der Meckel'sche Knorpel verknöchert perichondral.

7) Das Mesopterygoid von Loricaria ist kein Deckknochen.

8) Knorpel — Knochen — Fett stellen bei Loricaria einen Substitutionscyklus dar zu Gunsten einer Verringerung des specifischen Gewichtes. Der Knorpel bleibt nur da erhalten, wo er von Vorteil ist, nämlich an den Gelenkstellen.

9) Der Schultergürtel von Loricaria ist in ausgewachsenem Zustande vollkommen ossifizirt. In wie weit Dermalossificationen beim Aufbau desselben in Betracht kommen, lässt sich dann nicht mehr entscheiden. Indessen ist wahrscheinlich, dass die Clavicularstücke exo-perichondrale Verknöcherungen darstellen.

11) Auch Balistes capriscus ermangelt der Schädeldeckknochen. Was von Hollard als „os pariétal", „frontal antérieur", „frontal principal", „frontal postérieur", „nasal" bezeichnet wurde im Jahre 1853, sind perichondral ossifizirte Abschnitte des Primordialcraniums; die Belegknochen ruhen noch in der Kopfhaut als Schuppen.

12) Das Primordialcranium von Balistes verknöchert zum grösseren Teil; Knorpelreste persistiren indess bis in's Alter in der Umgebung des Gehörapparates.

13) Die Knochenspongiosa am Schädel sowohl als am Schultergürtel zeigt bei Balistes eine höchst zweckmässige Architectur, bei welcher die in der Baukunst in Anwendung kommenden statischen Gesetze zu beobachten sind.

14) In histologischer Beziehung lassen sich an dem durch Säuren entkalkten organischen Knochenstroma bei Balistes 2 durch ihr verschiedenes Verhalten gegen die gebräuchlichen Tinctionsmittel ausgezeichnete Substanzen unterscheiden.

15) Im „primären" Schultergürtel von Balistes bleiben noch Knorpelreste erhalten, welche darthun, dass die Verknöcherung eine endo-perichondrale ist. Für die Abstammung der Clavicularteile aus dem Integumente lässt sich kein haltbarer Grund beibringen.

16) Der junge Balistes ist schon mit einem fertigen Hautpanzerkleid ausgerüstet, wenn am Primordialcranium kaum erst die Verknöcherung beginnt. Aus dieser ontogenetischen Erfahrung darf der phylogenetische Schluss gezogen werden, dass den Dermalossificationen ein höheres Alter zukommt, als den dem Perichondrium entstammten Knochenbildungen.

17) Die sogenannten „Deckknochen“ des Schultergürtels vom Stör und Sterlet (Supraclavicularia, Clavicula, Infraclaviculare) dürfen nicht mehr als solche bezeichnet werden, da bloss die äussere, an der Körperoberfläche befindliche Lamelle ein Produkt des Integumentes ist. Die innere, dem Knorpel aufliegende Lamelle dagegen ist im Anschluss an den Knorpel als exo-perichondrale Ossification entstanden. So wird denn die Clavicula der Teleostier und höheren Vertebraten nicht mehr als ein Derivat von Dermalverknöcherungen, sondern als aus dem Perichondrium entstanden zu betrachten sein.

18) Auf Grund meiner Untersuchungen stelle ich folgendes Verknöcherungschema auf:

I. Hautknochen
- 1. Cementknochen.
- 2. Bindegewebsknochen.

II. Perichondrale Knochen
- 1. exo-perichondral [centrifugal wachsend].
- 2. exo-perichondral [centripetal wachsend].

Literatur.

1. Agassiz, L., Recherches sur les poissons fossiles. 1833—1843. Vol. I.

2. Bakker, Osteographia piscium. Groningae 1822.

3. Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie. 2. Bd., 2. Hälfte. pag. 531 ff.

4. Baudelot, Recherches sur la structure et le développement des écailles des poissons osseux. Archives de zoologie expérimentale 1873, Bd. II, pag. 235.

5. Bardeleben, Beiträge zur Anatomie der Wirbelsäule. Jena 1874.

6. Bleeker, Sistema Silurorum revisum. In Nederland. Tydschr. Dierk.

7. Born, G., Bemerkungen über den Zahnbau der Fische. Heusinger's Zeitschrift für org. Physik. 1. Bd. 1827, pag. 182.

8. Bridge, On the Osteology of Poliodon folium. Phil. Trans. 1878.

9. Bruch, Vergleichende Osteologie des Rheinlachses. Mainz 1861.

10. Cuvier, Leçons d'anatomie comparée. 1ière Edit. Vol. I.

11. Cuvier et Valenciennes, Histoire naturelles des poissons. 22 Vol. Paris 1828—1849. (Vol. XV, pag. 254 ff.)

12. Davidoff, v., M., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der hinteren Gliedmaassen der Fische. Inaug. Dissert. Leipzig 1880. (Morphol. Jahrbuch VI. Band, Heft 4.)

13. Gegenbaur, C., Grundriss der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1878.

— — Ueber das Kopfskelett von Alepocephalus rostratus Risso (Festgabe des morpholog. Jahrbuches). Leipzig 1878.

— — Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 2. Heft. Schultergürtel. Leipzig 1865.

— — Ueber primäre und secundäre Knochenbildung mit beson-

derer Beziehung auf die Lehre vom Primodialcranium. Jenaische Zeitschrift, Vol. VIII, 1874.

14. Geoffroy St Hilaire, Philosophie anatomique.

15. Günther, A., Catalogue of the Fishes of British Museum. Vol. 5, pag. 254 ff. (Catalogue of the Physostomi in the Br. Museum Vol. 8, p. 207—320.) London 1870.

16. Hertwig, Osc., Ueber das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skelettes der Mundhöhle. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XI, Supplement. Bonn 1874.

— — Ueber den Bau und die Entwicklung der Placoïdschuppen und die Zähne der Selachier. Jenaische Zeitschr. Band VIII (1874).

— — Ueber das Hautskelett der Fische. 6 Tafeln. Morphologisches Jahrbuch 2. 1876. (Erste Abteil.: Siluroiden und Accipenseriden; dritte Abteil: Pediculati, Discoboli, Diana, Centriscidae, Triglidae und Plectognathi.)

— — Eine Mitteilung im Kosmos, V, 1879. pag. 219.

17. Huxley, Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. Uebersetzt von Ratzel. Breslau 1873.

18. Heineke, Fr., Untersuchungen über die Zähne niederer Wirbelthiere. Inaugural-Dissert. Leipzig 1873. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie Bd. XXIII.

19. Hollard, Monographie de la famille des Balistides. Annales des sciences naturelles. 3ième Série t. XX, 1853 — 4ième Série t. I. 1854.

20. Kner, R., Panzerwelse des Hofnaturalien-Kabinets zu Wien. Denkwürdig. Akad. Wien. Vol. vi. Loricarinae. Vol. vii. Hypostomiden.

21. Kölliker, A., v., Allgemeine Betrachtungen über die Entstehung des knöchernen Schädels der Wirbelthiere. Berichte von der königl. zool. Anstalt zu Würzburg 1849.

— — Entwicklungsgeschichte des Menschen. 2. Ausgabe 1879.

22. Kuhl, Beiträge zur Zoologie und vergl. Anatomie. Frankfurt a./M. 1820.

23. Lacepède, Histoire naturelle des poissons. Paris 1798—1803.

24. Leydig, Fr., Histologische Bemerkungen über den Polypterus bichir. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Vol. V, 1858.

25. Linné, Sistema natur. i. p. 508.

26. Mandl, L., Recherches sur la structure intime des écailles des poissons. Annales des sciences naturelles. 2ième Série. Tom. XI, Paris 1839.

27. Meckel, System der vergleichenden Anatomie. 6 Bände. Halle 1821—1833.

28. Meyer, H., v., Zur genaueren Kenntniss der Substantia spongiosa der Knochen. Stuttgart 1882. (Abdruck aus den Beiträgen für Biologie.)

29. Mettenheimer, Disquisitiones anatomico-comparativae de membro piscium pectorali. Berolini 1847.

30. Molin, Sullo schelletro degli Squali, ricerche anatomiche. Vol. VIII delle memorie del Instituto Veneto di scienze lett. ed arti. Con 10 tavole. Venezia 1860.

31. Müller, H., Ueber Entwicklung der Knochensubstanz nebst Bemerkungen etc. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Vol. IX, 1859.

32. Müller, Joh., Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden. Abhandlungen der königl. Akad. der Wissensch. zu Berlin 1844 pag. 142.

33. Owen, Comparative Anatomy and Physiology of Vertebrates. Vol. 1. London 1866.

— Odontography. London 1840—1845.

34. Parker, W. K., On the structure and development of the skull in the Salmon. Philos. Transactions 1873.

35. Parker und Bettany, Die Morphologie des Schädels. Uebersetzt von Vetter. Stuttgart 1879.

36. Ranvier, Traité technique d'Histologie, 1875.

37. Retzius, A., Bemerkungen über den inneren Bau der Zähne. Müller's Archiv 1837.

38. Rosenthal, Ichtyotomische Tafeln. 2. Aufl. Berlin 1837.

39. Stannius, Zootomie der Fische.

40. Swirski, G., Untersuchungen über die Entwicklung des Schultergürtels und des Skeletts der Brustflosse des Hechtes. Inaug.-Dissert. Dorpat 1880.

41. Tomes, Quarterly Journal of microscopical science. Januar 1876. New Series No. LXI.

42. Vogt, C., Embryologie des Salmones.

43. Vrolik, A. J., Studien over de verbeening en de beenderen van den Schedel der Teleostei. Haarlem 1872. (Niederländisches Archiv für Zoologie Bd. I.)

44. Walther, J., Die Entwicklung der Deckknochen am Kopfskelett des Hechtes (Esox lucius). Inaug.-Dissert. Jenaische Zeitschr. für Naturw. XVI, N. F. IX. 1882.

45. Williamson, On the structure and development of the scales and bones of fishes. Philos. Transactions 1851.

— Scales and dermal teeth of some Ganoid and Placoid fish. Phil. Transactions 1849. Vol. 139, pag. 448—449.

46. Wijhe, J. W., v., Ueber das Visceralskelett und die Nerven des Kopfes der Ganoiden und von Ceratodus. Niederländisches Archiv f. Zoologie. Bd. V, Heft 3, 1882.

Tafelerklärung.

Tafel IV.

Fig. 1. Vordere Körperhälfte von Loricaria cataphracta (nat. Grösse).

Fig. 2. Kopf von Loric. cat. von unten gesehen (n. Gr.).

Fig. 3. Derselbe nach Entfernung des Integuments.

Fig. 4. Kopf von Loric. cat. von oben gesehen. Das Integument ist bis über die Nase abgezogen. Die Musculi retractores sind sichtbar.

Fig. 5. Derselbe nach Entfernung der Retractores.

Fig. 6. Kopf von unten. Die Dermalwülste zu beiden Seiten sind abgehoben und der Kieferapparat freigelegt.

Fig. 7. Kopf von Loric. cat. durch einen Sagittalschnitt in zwei Hälften zerlegt. Linke Hälfte bei seitlicher Ansicht.

Fig. 8. Kopf wie bei Fig. 5, aber bei seitlicher Ansicht.

Fig. 9. Kopf, von hinten gesehen.

Fig. 10. Kopf von Callichthys longifilis von oben zur Veranschaulichung der aus Hautzähnen entstandenen Dermalossificationen. Die Schleimkanäle zeigen eine charakteristische Anordnung (nat. Gr.).

Fig. 11. Kopf von Doras Hancockii (n. Gr.) von oben zur Darstellung der Dermalplatten.

Fig. 12. Kopfskelett von Balistes capriscus (nat. Gr.), seitlich, nach Entfernung der Körperhaut.

Fig. 13—15. Durch Sagittalschnitt erhaltene rechte Hälfte des Kopfskelettes von Balistes capriscus auf drei verschiedene Altersstadien, auf die nämliche Grösse reducirt. Seitliche Ansicht, das Verhältnis von Knorpel zu Knochen veranschaulichend.

Tafel V.

(Sämmtliche Schnitte sind bei einer Vergrösserung von Hartnack 2|4 gezeichnet und hernach verkleinert.)

Fig. 1. Ethmoidal-Region von Loricaria cataphracta, quer. Das Integument ist abgehoben.

Fig. 2. Ethmoidal-Region quer, weiter nach hinten.

Fig. 3. Noch weiter nach hinten. Getroffen sind Symplecticum, Quadratum und Mesopterygoid.

Fig. 4. Querschnitt zwischen hinterem Nasenrand und vorderem Augenrand. Aus der Concrescenz von Basalplättchen von Hautzähnen hervorgegangene Dermalplatten treten mit dem Primordialcranium in Verbindung.

Fig. 5. Uebergangsstelle von Hyomandibulare zur Opercular-Gegend, quer.

Fig. 6. Primordialcranium verschmolzen mit Dermalossificationen, hart vor dem Auge; quer.

Fig. 7. Querschnitt durch die hintere Parietalgegend. Septum zwischen Gehirncavität und Augenhöhle.

Fig. 8. Weiter nach hinten.

Fig. 9. Querschnitt durch das Intermaxillare von Loricaria cat. mit zahnerfülltem Hohlraum.

Fig. 10. Querschnitt durch das Maxillare von Loric. cat.

Fig. 11. } Palatinum von Loricaria cataph., quer, vorderes Ende.

Fig. 12. } Mitte.

Fig. 13. } Hinteres Ende.

Fig. 14. Mandibulare, quer, auf der Höhe des Coronoidalfortsatzes des Knorpels.

Fig. 15. Weiter distalwärts.

Fig. 16. Distales Ende. Der centrale Knorpel auf früheren Schnitten ist durch Mark substituirt.

Fig. 17. Einzelner Zahn von Loricaria cataphracta, etwas stärker vergröfsert.

Fig. 18. Procoracoid von Loric. cat., Querschnitt.

Fig. 19. Clavicular-Rand mit dem basalen Teil des ersten Bruststrahles; Gelenkstelle, quer. Hautossificationen mit dem Schultergürtel verschmolzen.

Fig. 20. Clavicular-Wulst, quer. Die Hautzähne, wie bei der vorigen Figur, nach aussen hin sichtbar.

Tafel VI.

Fig. 1. Ethmoidalpartie von Balistes capriscus, nach Abhebung des Integumentes, quer. (Stadium 3.)

Fig. 2. Schnitt durch die hintere Orbitalregion von Balistes cap. Die ihrer Kalksubstanz beraubte Grundsubstanz des Knochens zeigt eine eigentümliche, den statischen Regeln angepasste Architectur. Nach aussen hin sind die zahntragenden Cementplättchen ersichtlich.

Fig. 3. Suprascapulare von Balistes cap., quer, mit dem nach aussen anliegenden Intigument. Im Innern zeigt sich noch ein Knorpelrest. Die Verknöcherung ist eine endo-perichondrale.

Fig. 4. Querschnitt durch Scapulare und Suprascapulare von Balistes capriscus.

Fig. 5. Einige stärker vergrösserte Maschen des seiner Kalksalze beraubten Knochenstroma's, zur Veranschaulichung der beiden histologisch differenten Substanzen. Einem Querschnitt durch das Ethmoid entnommen.

Fig. 6. Schnitt durch das Tegmen cranii von Accipenser ruthenus mit oberflächlich aufliegendem Dermalpanzer.

Fig. 7. Schultergürtel von Accip. ruth., Querschnitt. Von dem dem Knorpel nach aussen hin aufliegenden knöchernen Belege entstammt bloss die oberflächliche Lamelle dem Integument; die innere dagegen ist exo-perichondralen Ursprungs.

Fig. 8. Der gesammte Schultergürtel von Accipenser ruthenus, von hinten gesehen.

Fig. 9. Schultergürtel von Silurus glanis, von hinten gesehen.

Fig. 10. Beckengürtel von Loricaria cataphracta.

Fig. 11. Partie des Meckel'schen Knorpels bei Loricaria cat., quer, mit einem centralen Nest von Fettzellen.

Fig. 12. Ceratobranchiale eines Kiemenbogens von Loricaria cat. Längsschnitt.

Fig. 13. Querschnitt eines Ceratobranchiale.
Fig. 14. Querschnitt durch die Endpartie.

Glossarium.

Ag Auge.
äL äussere Lamelle.
Baf Bauchflosse.
Basc Basis cranii.
Big Bindegewebe.
Brf Brustflosse.
Bst Bruststrahl.
Cav Markhöhle.
Cer Ceratohyale.
Cl Clavicula.
Clw Clavicularwulst.
Cor Corium.
Dig Diagonalbänder.
Dk aus der Verschmelzung von Cementplättchen der Hautzähne entstandene Deckknochen.
Ethg Ethmoidalregion.
Ep Epidermis.
f Fortsatz.
fe Fettzellen, Mark.
GehC Gehirncavität.
Gel Gelenk.
hö Höhlung.

hSy horizontales System.
hy Hyomandibulare.
Hz Hautzähnchen.
iL innere Lamelle.
Int Integument.
IR Intestinal-Apertur.
jug Jugale.
K Kiemenbogen.
kl stark sich tingirende Wandungen der Spongiosa-Maschen der ihrer Kalksalze beraubten Knochensubstanz.
kp Knorpel.
Labg Labyrinthregion.
Lb Leibeshaut.
md Mandibula.
Mkk Meckel'scher Knorpel.
mu Muskeln.
mtpg Metapterygoid.
MR Markrohr.
msptg Mesopterygoid.
mx Maxillare.
na Nase.
OA Obere Austrittsöffnung des Flossennerven.
Occg Occipitalregion.
Opg Operculargegend.
Or Orbita.
Orbg Orbitalregion.
pal Palatinum.
pK perichondraler Knochen.
pptg Propterygoid.
pq Palatoquadratum.
Pr Procoracoid.
praeop Praeoperculare.
prx Praemaxillare.
Qf Querfortsatz.
qud Quadratum.
r Basibranchiostegiale?
r_1 Kleine Verknöcherung sui generis.
Ri Musculus retractor oris inferior.
Rs M. retractor oris superior.
Rü Rückenstrahl.
Rin Rinne auf der Unterseite der Kiemenbogenstücke.
Scap Scapulare.
Sei Seitenkanäle.
spl anscheinend concentrisch struirte Substanz von geringerem Tinctions-Vermögen.
Sscap Suprascapulare.
styl Stylohyoid.
Su Schultergürtel.
symp Symplecticum.
TegC Tegmen Cranii.
UA Untere Austrittsöffnung des Flossennerven.
uF Unterer Fortsatz.
V Verdickung.
w Dermal-Wulst.
Wi Wirbel.
Zp Zahnpulpa.

Bemerkungen

über

die Musteliden Japans

und

ihre geographische Verbreitung,

insbesondere über die japanische Otter.

Von

Professor Dr. D. Brauns,

früher in Tokio.

Die Carnivoren sind die einzige zahlreicher vertretene Säugethierordnung Japans, die wir vollständig kennen; denn die Quadrumanen und Pachydermen treten nur mit einzelnen, die Wiederkäuer nur mit ein paar Arten auf, die Nager, Insektenfresser und Flatterthiere sind dagegen trotz der anerkennenswerthen Leistungen Ph. v. Siebold's unbedingt noch nicht vollständig als bekannt anzusehen. Da mir gerade innerhalb jener Ordnung ziemlich zahlreiches Material während meines Aufenthaltes in Japan zu Gebote stand, so habe ich dieselbe hauptsächlich zum Ausgangspunkte thiergeographischer Untersuchungen gemacht und glaube, dass ihr Verhalten in vieler Beziehung allgemeines Interesse verdient. Besonders möchte dies mit den Musteliden der Fall sein, welche gemeinsam mit den — durch zwei Species vertretenen — Ursiden insofern in einen gewissen Gegensatz zu den Caniden treten, als für sie eine secundäre Verbreitungsgrenze von Bedeutung ist, nämlich die Meerenge von Tsugaru zwischen der Insel Yezo oder Hokkaido und der Hauptinsel Nippon. Während abgesehen von hochnordischen Fuchsarten, welche, wie ja auch der Eisbär, gelegentlich im Winter auf das japanische Gebiet hinüberstreifen, die sämmtlichen Vertreter der Familie der Hunde — der mit dem unsrigen identische Fuchs, der wie es scheint eine eigene, kurzbeinige Art ausmachende japanische Wolf oder Canis hodophylax, der wiederum mit dem festländischen übereinstimmende Hund und der der mandschurischen Thierprovinz eigene Tanuki oder Nyctereutes viverrinus, in der That der einzige Vertreter seines Geschlechtes auf Japan — gleichmässig auf Yezo und den südlicheren Inseln vorkommen, ist dies weder mit den Bären, noch mit allen Musteliden der Fall. Von jenen findet der schwarze, von Tem-

minck und Schlegel in v. Siebold's Fauna japonica als Ursus thibetanus beschriebene, jetzt als besondere Art aufgefasste japanische Bär — ebenso wie der japanische Affe und das dortige Wildschwein — die Nordgrenze seiner Verbreitung an obengenannter Meerenge von Tsugaru; dagegen beschränkt sich das Vorkommen des braunen Bären, welchen Temminck und Schlegel als Ursus ferox bezeichneten, welcher aber neuerdings, besonders seit man in Tokio lebende Exemplare beobachten konnte, zu Ursus arctos gerechnet wird, auf Yezo und die übrigen nördlichen Inseln. Ganz ebenso, wie Ursus arctos verhalten sich nun mehrere der ziemlich zahlreichen Wiesel- und Marderarten Japans.

Wenn auf diese Weise schon die geographische Verbreitung der Musteliden unser Interesse auf sich lenkt, so wird dasselbe in nicht geringem Grade durch den Zwiespalt erhöht, welcher bei verschiedenen Autoren hinsichtlich der Auffassung vieler Species herrscht und eine eingehende Erörterung verdienen möchte.

Gehen wir die Musteliden der Reihe nach durch, so finden wir die erste ihrer untergeordneten Sippen, die Dachse, ebenso wie bei uns nur durch eine Art vertreten, durch den Meles anakuma Temm. und Schl. Schon hinsichtlich dieser Art steht die Ansicht der Autoren, welche sie zuerst aufstellten, in direktem Gegensatze zu Gray, dem Verfasser einer vielfach citirten Monographie der Musteliden (Revision of the Genera and Species of Mustelidae contained in the British Museum) in den Proceedings of the Zoological Society of London, 1865, p. 100—154. Erstere nennen in der Fauna japonica den Schädel- und Knochenbau des japanischen Dachses oder Anakuma „absolut identisch“ mit dem des europäischen Dachses; Gray dagegen giebt den Schädel der japanischen Art für viel kürzer und breiter aus und nennt besonders die Nase viel breiter. Er basirt hierauf sogar eine Art Subgenus, Eumeles, im Gegensatze zu dem Subgenus Taxus (mit Meles taxus selbst und dem tibetanischen Tumpha). Ein Blick jedoch auf die trefflichen Abbildungen der Tafel 6 der Mammalia der Fauna japonica genügt, das Irrthümliche der Auffassung Gray's darzuthun; der dort mitgetheilte Anakuma-Schädel ist in jeder Beziehung, in allen Proportionen einem echten Dachsschädel gleich, und die Anschauungsweise Temminck's und Schlegel's muss den — hier wie in vielen anderen Fällen — willkürlichen Angaben Gray's gegenüber unbedingt aufrecht gehalten werden. Der Anakuma — wörtlich Höhlenbär —, der durch ganz Japan, wenn auch ziemlich sparsam, verbreitet ist, bildet mit seinem braunschwarzen Pelze, gelblichem Wollhaar, mit dem sich über

das Ohr ausdehnenden hellen Seitenstreifen am Kopfe, obwohl der helle Mittelstreif und der das Auge umfassende dunkle Seitenstreif aussen von letzterem übereinstimmt, immer eine constant in der Färbung abweichende Art; alsdann ist der Schwanz etwas kürzer als beim europäischen Dachse, obgleich dessen Behaarung und deren Färbung übereinstimmt. Allein die Verwandtschaft ist eine äusserst nahe; im Knochenbau u. s. w. spricht sie sich aufs deutlichste aus. Auch die Grösse ist so ziemlich die nämliche, indem 3 Fuss pariser Mass oder etwa 970 mm als die Grösse unseres Dachses angegeben werden, der Anakuma aber etwa 2′ 10″ p. M. oder 920 mm misst (cf. Temminck und Schlegel in v. Siebold's Fauna, Mammalia, pag. 31).

Unter der zweiten Sippe, den eigentlichen Mardern (Mustelina), befinden sich nicht weniger als drei Arten, welche nur im nördlichen Theile Japans angetroffen werden, nämlich die beiden europäischen Wieselarten, Foetorius erminea L. und vulgaris Brisson (nach Keyserling und Blasius; bei Gray, der die Marder nicht Mustela, sondern Martes und ferner nur die eigentlichen Iltisse Putorius, die Nörze Vison und die Hermeline Mustela nennt, Mustela erminea und vulgaris), beide von mir in weissgefärbten Winterpelzen in den auf der Insel Yezo japanischer Seits angelegten Sammlungen mehrfach angetroffen, und eine Zobelart. Diese macht insofern einige Schwierigkeit, als Temminck und Schlegel, welchen in diesem Falle Gray — ohne neue Daten zu bringen — einfach gefolgt ist, sie auf nur wenige Bälge hin zu einer neuen Species, Mustela (Martes) brachyura, erhoben haben, was keineswegs berechtigt sein dürfte. Die Species, auf Yezo und den Kurilen häufig und von den Japanern unter dem Namen Yezo-Ten, Marder von Yezo, in den Handel gebracht [1]), soll sich nämlich von Mustela zibellina L. durch ganz besonders kurzen Schwanz, durch eine etwas helle, in Aschgrau und Gelb übergehende Pelzfarbe und durch geringere Qualität des Pelzes unterscheiden. Die Behaarung der Füsse, die kleinen, mit weisslichem Filze versehenen Ohren, der Glanz des Pelzes sind dagegen, wie von den obengenannten Autoren ausdrücklich zugegeben wird, ganz wie beim Zobel.

Es liegt nun auf der Hand, dass die beiden letzten Unterschiede nicht im Entferntesten als Artkennzeichen dienen können. Gray,

[1]) Der Name Gezolen, der sich bei Gray in gen. Revision etc. p. 105 findet, ist nur eine Verunstaltung von Yezo-ten (Jezoten in der Fauna japonica). Derselbe Autor giebt ebendort als Wohnort „Japan, near Zezo“ offenbar auch nur in Folge eines Druckfehlers an.

der sonst die Art- und Genuszerspaltung ziemlich weit treibt, erkennt doch die Variabilität der Färbung des Zobels vollständig an und erwähnt 5 Farbenvarietäten, unter denen sich ausser den dunkleren auch zwei gelblichbraune — die eine oben etwas dunkler, die andere oben und unten gleichmässig gefärbt — befinden, welche dem Yezoten völlig entsprechen. Bekanntlich lässt man auch für den amerikanischen Zobel die hellere Färbung durchaus nicht als Artcharakter gelten, so dass Gray, l. c. pag. 106 und 107, auf die geringe Grösse des oberen Höckerzahns beim Amerikaner aufmerksam macht, die freilich hauptsächlich nur ein entscheidendes Merkmal gegen den Baummarder abgeben soll. Dass die Güte und der Handelswerth des Pelzes nicht in Betracht kommen kann, ist vollends selbstverständlich, und so bliebe nur die Kürze des Schwanzes als Artunterschied übrig. Diese wäre nun allerdings auffallend genug, wenn man die Massangabe der Fauna japonica (Mammalia p. 34) als allgemein gültig annehmen könnte. Das ist sie aber entschieden nicht, vielmehr habe ich durch zahlreiche Messungen gut erhaltener und mit dem Schwanze versehener Felle die Länge des letzteren ohne die Spitzenhaare zu 135 mm oder reichlich 5 pariser Zoll, mit den Spitzenhaaren zu 160 mm oder 6 Zoll ermittelt. Es ist mir danach gar nicht unwahrscheinlich, dass Temminck und Schlegel statt der 3 Zoll 5 Linien, welche sie von der Totallänge (19 bis 20 Zoll) für den Schwanz absetzen, 5 Zoll und etliche Linien haben setzen wollen und dass ein Druckfehler im Texte unterlaufen ist; um so wahrscheinlicher, als ohne diese Annahme die Körperlänge reichlich gross ausfällt, namentlich für ein am Kopfe defektes Exemplar, wie es hier vorlag. Wäre dem aber nicht so, so hätten Temminck und Schlegel unbedingt ein Thier mit ungewöhnlich kurzem, vielleicht incompletem Schwanze gemessen. Nach den mir vorliegenden Massen ist nun der Unterschied vom echten Zobel, der ebenfalls kurzschwänzig ist, und dessen Schwanz im Gegensatze zu den übrigen paläarktischen Marderarten nie die halbe Länge des übrigen Körpers erreicht, ein sehr geringer; bei fast genau derselben Grösse des Thiers von 400 bis 430 mm. ohne den Schwanz misst dieser kaum 10 mm mehr bei dem sibirischen Zobel, was selbstverständlich angesichts der notorisch in ziemlich hohen Graden vorhandenen Variabilität der Schwanzlänge bei dieser Species unmöglich in Betracht kommen und die Trennung des Yezoten vom Zobel rechtfertigen kann.

Die übrigen beiden Species dieser Gruppe sind wohl die häufigsten Raubthiere Japans und über Nord und Süd gleich-

mässig verbreitet. Die erste, Mustela melampus Temm. Schl., Martes melanopus Gray, der Ten der Japaner, hat eine sehr auffallende Winterbehaarung, welche bereits in der Fauna japonica hervorgehoben und beschrieben wird, während nur das Sommerkleid Taf. 7, Fig. 3 dargestellt ist; dieses Winterhaar ist aber in der That der einzige angebbare Unterschied des Ten und des Baum- oder Edelmarders, Mustela martes L., Martes abietum Ray bei Gray. Gebiss, Form des Schädels, Grösse, Körperbau und Verhältnisse der einzelnen Theile sind übereinstimmend; auch die Schwanzlänge ist die nämliche und zwar, wie allgemein für den Baummarder angegeben wird, entschieden grösser als die Hälfte des übrigen Körpers, i. M. etwa 260 mm auf 460 Körperlänge. Die Höckerzähne insbesondere sind ganz die des Baummarders, also nach aussen verschmälert und an der Aussenseite nicht eingebuchtet. Was aber die Verwandtschaft mit Mustela martes noch besonders bekräftigt, ist das gleichmässige Vorhandensein des rothgelben Brustfleckes bei beiden Arten. Derselbe bleibt sich bei Mustela melampus Winters und Sommers gleich, so dass er im Winter gegen das etwas mattgelbe oder graulich gelbe Haar des übrigen Pelzes durch lebhaftere Farbe absticht. Die Füsse des Ten sind ferner, wie der systematische Name sagt, schwarz und somit den braunschwarzen Füssen unseres Baummarders ganz ähnlich; die Gestaltung der Zehenballen und die Behaarung der Füsse stimmt völlig überein. Wenn also auch die Artverschiedenheit in Folge des constant abweichenden Verhaltens des Winterpelzes aufrecht zu erhalten ist, so springt doch die äusserst nahe Verwandtschaft beider Species in die Augen.

Noch verbreiteter als der Ten ist das Itatschi, Mustela Itatsi Temm. und. Schl., dessen Zugehörigkeit zu Mustela (Foetorius) lutreola L. von mir im 14. Bande dieser Zeitschrift ausführlich begründet ist. Ich möchte hier nur noch hinzufügen, dass Gray die Zugehörigkeit des Itatschi zu der Unterabtheilung der Sumpfottern, welche ich an angegebener Stelle zunächst nachwies, vollkommen bestätigt; er stellt es in sein Genus Vison, welches eben jener Unterabtheilung entspricht. Auch nimmt er in diesem Falle keine besondere japanische Art an, sondern vereinigt das Itatschi mit Vison sibirica Pallas (l. c. pag. 117), der sibirischen Sumpfotter. Er stellt beide zusammen dem europäischen Nörz (Vison lutreola L. bei Gray) gegenüber. Da die geographische Lücke in der Verbreitung des Nörzes durch westsibirische Exemplare sich bereits auszufüllen begonnen hat, da ferner die ostsibirischen Nörze sich nach Gray dem Itatschi

völlig anreihen, so ist ohne Zweifel die Zuordnung auch von jenen zu Foetorius lutreola geboten. Auf alle Fälle aber reduciren sich die Unterschiede des europäischen und des japanischen Nörzes auf eine nur durchschnittliche, keineswegs constante hellere Färbung des an Qualität minder vorzüglichen Pelzes bei letzterem, also auf Unterschiede, welche Angesichts der totalen Uebereinstimmung der sämmtlichen Eigenthümlichkeiten des Gebisses, der Zehen- und Sohlenballen und der Flecke, sowohl der Brust- als der weissen Lippenflecke, nicht in Betracht kommen können. Insbesondere stellen sich die Unterschiede, welche man aus der grösseren oder geringeren Ausdehnung der weissen Färbung der Lippen hat herleiten wollen, als durchaus illusorisch heraus. Ebenso aber ist es mit den Angaben einer etwas geringeren absoluten Grösse des Itatschi und einer verhältnissmässig grösseren Schwanzlänge desselben. Beide widerlegen sich durch die von mir a. a. O. mitgetheilten Masse hinlänglich. In Bezug auf den amerikanischen Vison bemerkt Gray, dass ihm der weisse Fleck auf der Oberlippe und neben der Nase fehle, sowie dass er einen noch grösseren oberen Höckerzahn habe; da er jedoch vom europäischen (und japanischen) Nörz behauptet, dass bei ihnen dieser Höckerzahn „klein sei, und dass seine innere Hälfte kaum länger als die äussere sei“, und dies im Gegensatz zu den Ergebnissen aller übrigen Autoren steht, da ferner die Ausdehnung des weissen Lippenfleckes bei allen Sumpfottern sehr variabel ist, so wird die Frage von der Identität oder Nichtidentität der amerikanischen und europäischen Nörze damit immer noch nicht zum Abschlusse gebracht. Auf alle Fälle aber steht — wie ich s. Z. schon hervorhob — vollkommen fest, dass die Frage der Zugehörigkeit des japanischen (ostasiatischen) Nörzes zu dem europäischen durch das Verhalten des amerikanischen nicht beeinflusst wird.

In der Revision der Musteliden giebt Gray noch zwei Arten der Mardergruppe an, welche in Japan vorkommen sollen, nämlich Martes japonica (Proceedings pp. 1865, p. 104) und Vison Horsfieldi (ib. pag. 118). Erstere beruht indessen nur auf einem mangelhaften Exemplare, dessen Pelz in der Haarung begriffen, dessen Schwanz dagegen lang und mit langer Haarspitze versehen ist. Der obere Höckerzahn soll etwas kleiner als beim Baummarder, wiewohl erheblich grösser als beim amerikanischen Zobel sein; der Schädel, besonders der Hirntheil, soll verhältnissmässig breit sein. Wenn man jedoch bedenkt, wie willkürlich mitunter Gray in der Beurtheilung derartiger Merkmale verfährt, wie er namentlich auf die Altersverschiedenheiten der Schädel so gut als

gar keine Rücksicht nimmt, so erscheint schon die Artabgrenzung von Martes japonica sehr misslich, und für die Behauptung, diese Species sei „most distinct from the Specimen of M. melanopus“, also nur von einem dem Gray vorliegenden Exemplare, müssten jedenfalls noch andere Begründungen beigebracht werden. Der helle Fleck vor dem Ohre, welcher nur einseitig ist, oder gar die paar dunklen Punkte auf dem untren Theile des rothgelben Brustfleckes verdienen selbstverständlich gar keine Berücksichtigung. Allein nicht nur die Begründung der Art, sondern auch der Nachweis ihres Verkommens in Japan steht auf schwachen Füssen; denn Gray giebt zwar Japan als Wohnstätte ohne Fragezeichen, ist aber der Herkunft des einzigen vorliegenden Exemplares keineswegs sicher; er fügt der Wohnortangabe ausdrücklich mit Fragezeichen hinzu: „From Mus. Leyden?“

Von Vison Horsfieldi, einer nordindischen, übrigens dem Nörz ebenfalls sehr nahestehenden Sumpfotter, giebt Gray eine hellere Varietät, welche nach ihm Verreaux fälschlich mit Temminck und Schlegel's Itatsi identificirt, als möglicher Weise aus Japan stammend an. Er setzt aber hier das Fragezeichen schon hinter die Wohnortsangabe, und somit ist diese angeblich japanische Art als beseitigt anzusehen, da durch seither erfolgte zahlreiche Untersuchungen von japanischen Sumpfottern die Arteinheit aller derselben genügend festgestellt sein dürfte.

Die dritte Sippe, die Ottern oder Lutrina, ist im Norden und Süden Japans — wiederum in völliger Analogie mit Europa — nur durch eine Art vertreten, die aber besonders wichtig ist, weil hinsichtlich derselbeu die Ansichten der Autoren so weit auseinandergehen wie bei keiner andern. Auf der einen Seite steht Gray, dem mehrere englische Autoren ohne Weiteres gefolgt sind. Auf der anderen Seite finden wir zunächst Temminck und Schlegel, welche die japanische Otter durchaus mit der europäischen Fischotter, Lutra vulgaris L., idenficiren. „Les dépouilles nombreuses reçues du Japon servent à constater l'identité de l'espèce de ce pays avec notre loutre commune à toute l'Europe“, heisst es in der Fauna japonica (Mammalia, p. 35), und dann ferner: „la comparaison du squelette et de ses différentes parties donnent absolument les mêmes resultats“. Die Art dehnt sich nach den Verfassern der Fauna japonica vom Festlande über ganz Japan einschliesslich der Kurilen aus. Ebenso entschieden spricht sich Martens in dem allgemein-zoologischen Theil der Resultate der preussischen ostasiatischen Expedition für die völlige Uebereinstimmung der japanischen und europäischen Fischotter

aus, und Blasius, dem zahlreiches Material aus Japan vorlag, sagt in seinem Werke über die Säugethiere Deutschlands (pag. 240) ausdrücklich: „die japanische Fischotter stimmt mit der europäischen vollständig überein“. Angeregt durch diesen scharfen Widerspruch, untersuchte ich in Japan einschliesslich der Insel Yezo mit Sorgfalt nicht nur alle Bälge und erlegten Thiere, deren ich habhaft werden konnte, sondern namentlich auch alle Exemplare der Museen, besonders des Museums des Unterrichts-Ministeriums im Uyeno-Parke zu Tokio, dem ich überhaupt wichtige Aufklärungen verdanke. Das Resultat war unabänderlich eine vollständige Uebereinstimmung der japanischen und europäischen Otter in allen Massen, im Zahnbau, Schädelbau, im Bau und in der Behaarung der Füsse und Zehen, in der Grösse der Zehen, in der Färbung und Länge der Haare, im Verhältniss der Schwanzlänge zur Körperlänge u. s. w.

Fassen wir die entgegenstehende Ansicht ins Auge, so finden wir zunächst, wie bereits angedeutet, dass dieselbe nur von Gray ausgeht. Swinhoe citirt Gray's Artikel über die japanische Otter — dessen Notice of Lutronectes Whiteleyi, an Otter from Japan, Proceedings der Londoner zoologischen Gesellschaft 1867, pag. 180 bis 182 — im Jahrgange 1870 derselben Proceedings, allein obgleich er bei dieser Gelegenheit Lutronectes Whiteleyi als langschwänzig (long-tailed) hervorhebt, stützt er sich dabei doch ausschliesslich auf Gray's Exemplare und Masse. Ebenso wenig geht A. Wallace in seiner Geographical Distribution of animals selbständig vor, wenn er das Untergenus Lutronectes einfach als erwiesen annimmt und sagt, dass dieses Subgenus in Japan, seinem ausschiesslichen Verbreitungsbezirke, die Flussottern ganz und gar vertrete. Wir können uns daher auf die Kritik der obigen Gray'schen Notiz beschränken.

Gray erhielt durch einen verdienstvollen Reisenden und eifrigen Sammler, Whiteley, den er nicht mit Unrecht einen Märtyrer der Wissenschaft nennt, zwei, wie es ausdrücklich heisst, junge Exemplare der Fischotter aus Hakodate. Er beschreibt dieselben mit genau der nämlichen Färbung — dunkelbraun mit weisslichen Flecken an Kinn und Schnauze —, mit den nämlichen Merkmalen der Füsse, wie wir sie an der europäischen Fischotter wahrnehmen, und fügt hinzu: „like many other Otters, these so closely resemble the common european Otter that I am not surprised that M. Temminck should have confounded them with that species“. In der Analyse des Subgenus Lutronectes, die er ausschliesslich auf eben diese Exemplare basirt, schildert

er die Schnauze ganz so wie bei Lutra vulgaris — als „kahl, konkavoblong, oben und unter gradlinig begrenzt" —, giebt die mit Schwimmhäuten und ziemlich kräftigen Zehen und Klauen versehenen, oben behaarten, unten nackten Füsse, den konischen, mit Haaren bedeckten Schwanz, den länglichen Schädel ganz wie bei Lutra vulgaris an; auch hebt er den grossen, $^2/_3$ der Aussenpartie erreichenden Innenlobus des Reisszahnes hervor, und nicht minder ergiebt sich aus der von ihm I. c. pag. 181 gegebenen Abbildung des Schädels einer der Ottern aus Hakodate, dass das hintere Ende der Oberkieferzahnreihe ebenso wie bei der europäischen Fischotter bis zur hinteren Grenze der Augenhöhle verlängert ist (vergl. Gray's Revision pp., Proc. 1865, p. 126). Ferner ersieht man, dass die Schnauze ebenso stumpf und die Nase sehr schief abgestuzt ist; das Infraorbitalloch ist ebenfalls auffallend gross, wie bei unserer Otter.

Somit reduciren sich die von Gray angeführten Verschiedenheiten auf zwei Punkte: erstens findet sich bei den Exemplaren von Yezo kaum eine Andeutung des Höckers, welcher bei der gemeinen Fischotter oben und hinten die Orbita begrenzt, und zweitens trennt nur eine sehr stumpfe Kante den hinteren unteren Theil der Augenhöhle von der Schläfengrube.

Es ist nun in der That schon von vornherein erklärlich, dass diese Merkmale an jungen Thieren auftreten mussten, und wenn ja noch ein Zweifel darüber obwalten könnte, dass in der sogenannten Lutronectes Whiteleyi nur ein Jugendzustand der gemeinen Fischotter vorliegt, so würde er durch Gray's Abbildung selber widerlegt werden.

Vergleichen wir diese mit den Schädeln junger Fischottern, wie sie z. B. Berthold bereits 1830 im 23. Bande, Heft 5 der Isis pag. 570—573 beschreibt und auf Tafel 6 abbildet, so kann man namentlich zwischen dem Fig. 1,3 und 5 dargestellten älteren der beiden Berthold'schen Exemplare — das derselbe schon als ausgewachsen bezeichnet, das jedoch durch geringe Grösse und rundliche Formen sich als ein jüngeres documentirt — und dem, welches Gray abbildet, eine auffallende Uebereinstimmung im Gegensatze zu ganz alten Otterschädeln wahrnehmen. Nicht minder zeigt der jüngere der beiden Berthold'schen Schädel, Fig. 2, 4 und 6 der betreffenden Tafel, bei noch geringerer Grösse und noch grösserer Rundung viel Uebereinstimmendes, so dass Gray's Exemplar durchgehends zwischen jenen beiden steht. So hat dasselbe auch eine noch gänzlich unverwachsene Stirnnaht, gleich dem kleineren Berthold'schen Exemplare; die seitlichen Höcker

am Stirnbein, welche oben und hinten die Augenhöhle abgrenzen, sind bei letzterem so gut wie gar nicht vorhanden, bei Gray bereits angedeutet, in Berthold's Fig. 1 schon etwas stärker angedeutet. Bei alten Ottern werden sie indess noch erheblich kräftiger. Auch die rundliche Gestalt des jugendlichen Otterschädels verliert sich ganz allmählich, indem Scheitel und Hinterhaupt nach und nach schärfere Leisten erhalten. Ganz in Uebereinstimmung damit steht denn auch der zweite der von Gray angegebenen Charaktere, indem die betreffende Kante sich im Alter allmählig zuschärft.

Wenn daher Gray seinen jugendlichen Schädel als „not quite the normal skull of the genus Lutra" definirt, so ist dies der erwachsenen Fischotter gegenüber ganz richtig. Nur vergisst er — wie dies ihm übrigens öfter ergangen zu sein scheint —, auf die Entwicklung der Thiere und ihre Jugendzustände Rücksicht zu nehmen. Dies war in vorliegendem Falle um so weniger verzeihlich, als bei der Fischotter, wie u. A. Berthold's Arbeit beweisst, schon längst die Aufmerksamkeit der Beobachter auf die Veränderungen des Schädels nach der Geburt gelenkt war. — Der Vorwurf, welchen Gray den Autoren der Mammalia in der Fauna japonica macht, dass sie zwei distinkte Arten confundirt hätten, ist daher nicht nur zurückzuweisen, sondern vielmehr die unberechtigte Aufstellung des Subgenus Lutronectes als das Moment zu bezeichnen, welches in den einfachen und klaren Sachverhalt Confusion gebracht hat.

Obgleich es kaum erforderlich sein möchte, fügen wir einige der wichtigsten Masse hinzu, welche das Gesagte durchaus bestätigen. Zunächst ergeben die 3 obigen, nach Grösse und Alter geordneten Schädel im Vergleich mit einem älteren, grossen Otternschädel folgende Ziffern:

	A. Altes Exemplar.	B. Berthold's grösseres Exemplar.	C. Gray's Exemplar.	D. Berthold's jüngeres Exemplar.
Länge des Schädels	135 mm	110 mm	102 mm [1])	68 mm
Maximale Höhe	44 „	39 „	— „	30 „
Breite hinter der Jochbögen	— „	60 „	52 „	35 „
Jochbreite	— „	70 „	55 „	39 „
Länge der Zahnreihe	50 „	42 „	34 „	30 „
Breite der Kiefer beim Höckerzahn	— „	40 „	36 „	30 „
Länge von Schnauzenspitze bis Auge	32 „	30 „	27 „	23 „

[1]) Die Ergänzung ist nach Gray's Angaben bestimmt und auf

Die Körpermasse sind bei Gray:

Kopf und Rumpf zusammen 446 mm (17 1/2 Zoll engl.)
Schwanz allein 253 mm (10 Zoll engl.)

Für europäische Fischottern werden von Blasius 44 pariser Zoll oder 1190 mm Totallänge, 29 Zoll oder 785 mm. Körperlänge, 24 Zoll oder 650 mm Rumpflänge ohne Kopf angegeben. Der Schwanz misst 15 pariser Zoll oder 405 mm. Andere Autoren — denen vielleicht eine geringere Auswahl von Exemplaren vorlag — haben i. M. nur 650 mm Körperlänge incl. Kopf bei durchschnittlich 370 mm Schwanzlänge. Die Zahlen für letztere ergeben hier das Verhältniss von 52 resp. 57 zu 100, die bei Gray angegebenen 56 zu 100; beides stimmt mit den einhelligen Angaben sämmtlicher Autoren überein, nach welchen der Schwanz der Lutra vulgaris etwas über die Hälfte der Körperlänge misst. Auch wird die oben angeführte Bemerkung Swinhoe's über die Schwanzlänge der Ottern von Hakodate, die übrigens, so viel mir bekannt, durch Gray nicht vertreten wird, damit hinfällig.

Die letzte der in Japan vertretenen Sippen der Musteliden, die Enhydrina oder Seeottern, einzig vertreten durch die wichtige Enhydris marina Steller oder lutris L., möchte weiter keine Bemerkung erheischen, als dass dies Seethier selbstverständlich nicht durch die Tsugaru-Strasse in seiner geographischen Verbreitung eingeschränkt werden konnte, dass es daher noch bis in unser Jahrhundert, wenn auch selten, an den Küsten des nördlichen Theils der Hauptinsel angetroffen ist.

Wir haben demnach von japanischen Musteliden überhaupt 8 Arten, von welchen zwei bis jetzt der japanischen Inselgruppe eigenthümlich zu nennen sind; beide aber, sowohl Meles anakuma als Mustela melampus, stehen weit verbreiteten paläarktischen Arten, welche auch in Europa vorkommen, ausserordentlich nahe. Beide kommen in ganz Japan vor.

Von den 6 ferneren Arten ist eine, die Enhydris, auch im übrigen Theile Nordostasien verbreitet; eine andere, der Nörz (Itatschi), die ebenfalls über ganz Japan sich ausdehnt, ist allgemein paläarktisch. Die dritte, Lutra vulgaris, ist ebenfalls allgemein paläarktisch und lebt in allen Theilen Japans. Die 3 übrigen aber, der Zobel und die beiden Wiesel, sind theils sibirisch, theils paläarktisch und zugleich nur über den Norden Japans verbreitet.

---

alle Fälle ziemlich genau zutreffend. Höchstens könnte es sich um eine Zugabe von 1 bis 2 mm handeln.

Will man aus diesen Daten einen Schluss auf das Verhältniss des Nordens zum Süden der japanischen Fauna ziehen, so könnte man vielleicht sagen, dass der nördlich der Tsugarustrasse belegene Theil des japanischen Gebietes enger mit dem Festlande verbunden sei, als der Süden; und dieser Schluss würde durch das Vorkommen des Ursus arctos auf Yezo, im Gegensatz zu dem schwarzen Bären von Nippon, unbedingt noch verstärkt. Auch könnte man es wohl in einen gewissen Zusammenhang mit diesen Thatsachen bringen, dass die Tsuschimastrasse zwischen Südkorea und dem südwestlichen Japan breiter und tiefer eingerissen ist, als die Meerengen zwischen der Amurniederung und dem nördlichen Sachalien und wiederum zwischen dem Südtheile dieser Insel und dem Norden Yezo's, und dass danach die Trennung im Süden Japans wohl älteren Datums sein könnte. Indessen möchte es doch gerathener sein, vorerst jenen Schluss auf die eigentlich sibirische — und nordmandschurische — Fauna zu beschränken. Was die Festlandfauna überhaupt anlangt, so ist zu bedenken, dass Korea noch fast gar nicht durchforscht und seine Fauna viel zu wenig bekannt ist, um für jedwede Thierart mit vollkommener Sicherheit festzustellen, ob sie überhaupt nicht festländisch, sondern ausschliesslich japanisch ist. Leichter ist der Nachweis des Fehlens gewisser noch in Korea vorkommender Thierarten, wie z. B. der bereits von Martens in bündigster Weise geführte Beweis der Nichtexistenz von wilden Katzenarten — insbesondere von Panthern — in Japan; allein im umgekehrten Falle sind wir begreiflicher Weise viel unsicherer, namentlich wenn es sich um kleinere Thierarten handelt.

Jedenfalls bestätigt sich indessen hier abermals die grosse, von mir des öfteren und namentlich auch in Bezug auf die Verbreitung der Volksstämme hervorgehobene Bedeutung der Meerenge von Tsugaru. Die Folgerung möchte geradezu unabweislich erscheinen, dass diese Meeresstrasse — als Ausfluss eines Binnenmeeres von etwas geringerer Ausdehnung als sie heutzutage das japanische Meer besitzt — bereits zu einer Zeit existirte, in welcher die Trennungen der beiden Hälften Japans vom Festlande im Norden und Süden noch nicht erfolgt waren. Während damals von Süden her, an den südlichen Ufern jenes Binnenmeeres und seines Verbindungsarmes mit dem Ocean, die südkoreanischen Thierarten sich verbreiten konnten, drangen die am Amur ansässigen Arten über Sachalien bis zur Südspitze Yezo's; eine noch grössere Anzahl von Species aber, zu denen z. B. die Caniden

Japans, der Dachs, der Ten, das Itatschi, die Fischotter gehörten, lebte gleichmässig an den beiden Verbindungsstellen und konnte sich demgemäss über ganz Japan ausbreiten.

Dass nur auf diesen Wegen — und zwar, wie die geologische Untersuchung Japans darthut, während einer schon weit vorgerückten Periode der Erdgeschichte, nach Ablauf der Tertiärepoche — die Besiedlung Japans mit Landthieren vor sich gegangen sein kann, das beweist vor allen Dingen der oceanische Charakter sowohl der Kurilen im Nordosten als der Lutschu-Inseln im Süden, der einzigen Strassen, an welche man sonst noch denken könnte. Namentlich bestätigt die Beschaffenheit der Lutschu-Inseln in keiner Weise die oft aufgestellte Behauptung, als habe ehedem eine Landbrücke von der sogenannten orientalischen Region, dem ostindisch-malayischen Faunengebiete, etwa von den Philippinen und Formosa her, über jene Inselgruppe nach Norden bis zu den Inseln Japans geführt. Die übrigens meist bedeutend überschätzten Anklänge der japanischen Fauna an die indische, welche man als Beweis für jene ehemalige Landverbindung hat anführen wollen, lassen sich ganz ungezwungen auf andere Weise erklären. Die grosse Mehrzahl derselben besteht aus Thieren, welche mit Flugvermögen ausgestattet sind; die wenigen übrigen Fälle, wie z. B. Trionyx, reduciren sich in völliger Uebereinstimmung mit den allgemein gültigen Gesetzen der Thierverbreitung auf Ueberbleibsel solcher Gruppen, welche in früheren Epochen in höheren Breiten vorkamen und erst späterhin auf tropische und subtropische Gebiete beschränkt wurden. Trotz solcher scheinbaren Ausnahmen ist und bleibt die japanische Fauna ein wesentlicher, integrirender Theil der paläarktischen, und ihre Coincidenzen und Analogien mit den übrigen Unterabtheilungen der paläarktischen Region stellen sich mit jedem Fortschritte der Spezialforschung klarer heraus.

Frommann'sche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.

Fig. 12 a.

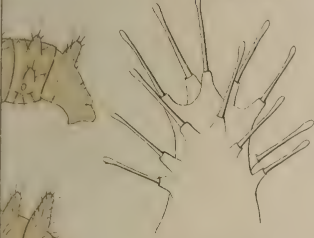


Fig. 16.

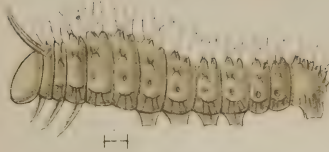


Fig. 17.

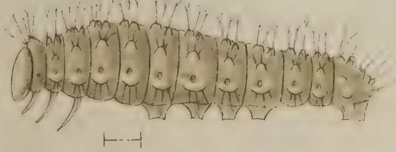


Fig. 13 a.

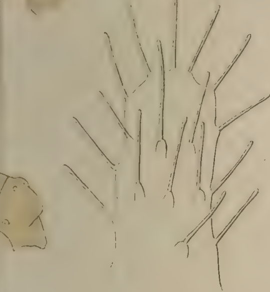


Fig. 18.



Fig. 17 a.



Fig. 19.



Fig. 22.

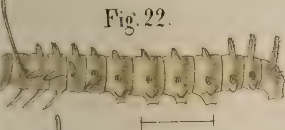


Fig. 23.

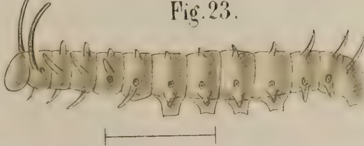
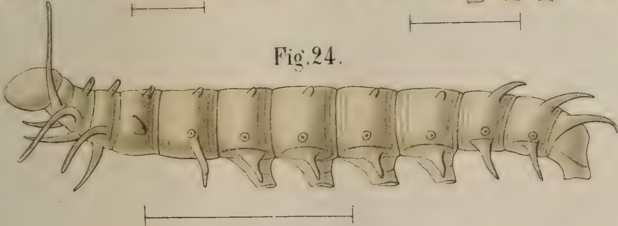
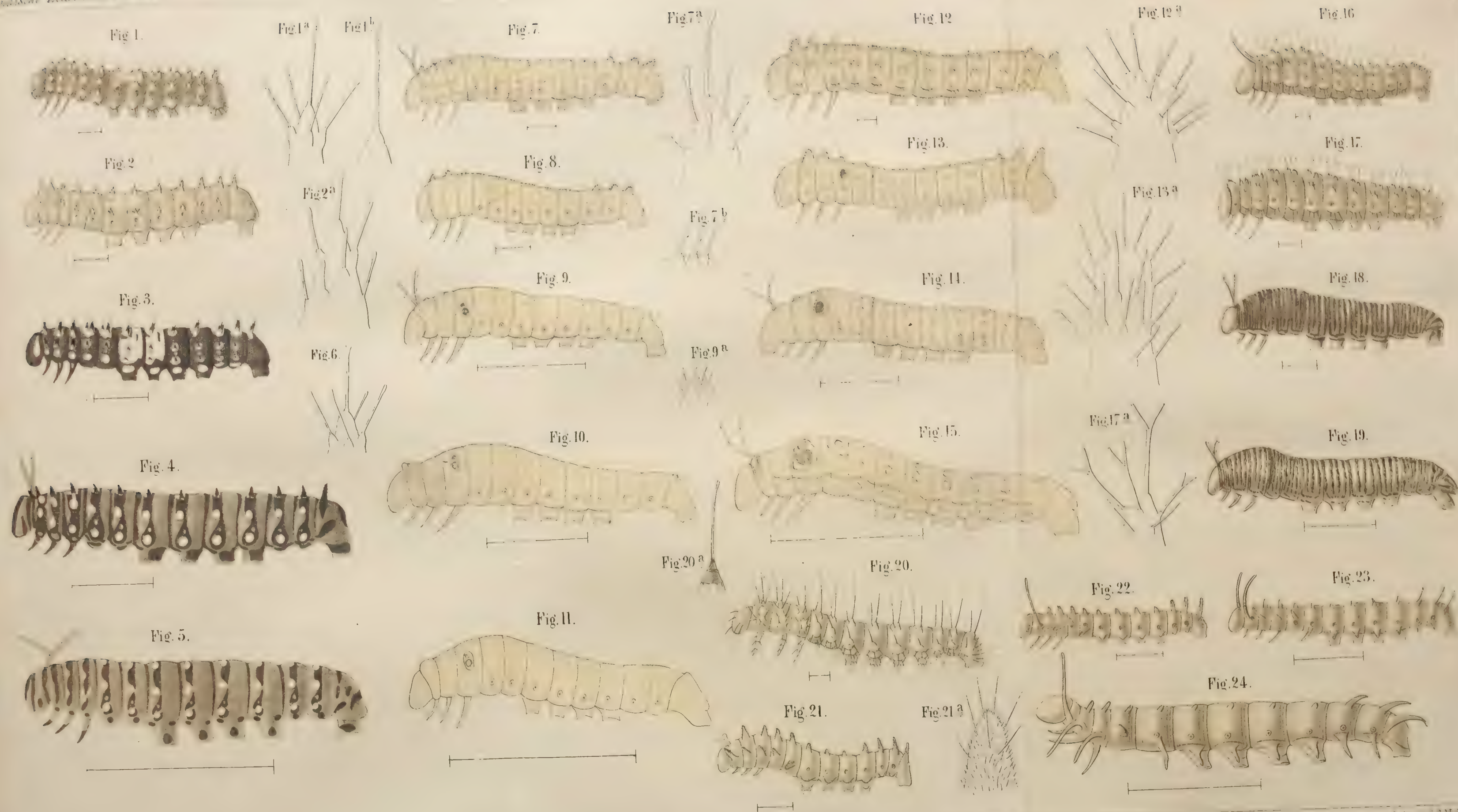


Fig. 24.



A. (

Lith. Anst. v. G. C. Müller, Jena.


Fig. 1.
Fig. 1a
Fig. 1b
Fig. 2
Fig. 2a
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 7a
Fig. 7b
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 9a
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12
Fig. 12a
Fig. 13.
Fig. 13a
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16
Fig. 17.
Fig. 17a
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 20a
Fig. 21.
Fig. 21a
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.

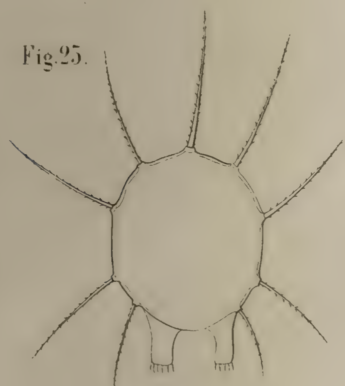

Fig. 25.


Fig. 25 a.


Fig. 28.


Fig. 30.


Fig. 33.


Fig. 34.

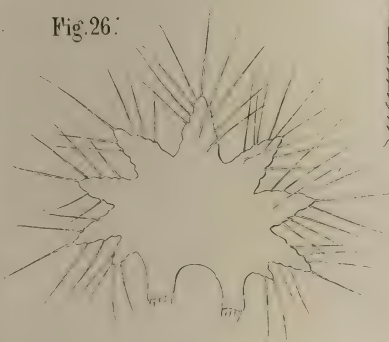
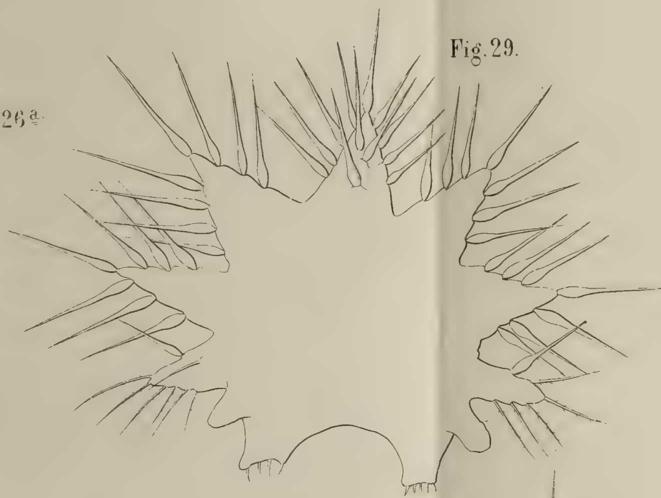
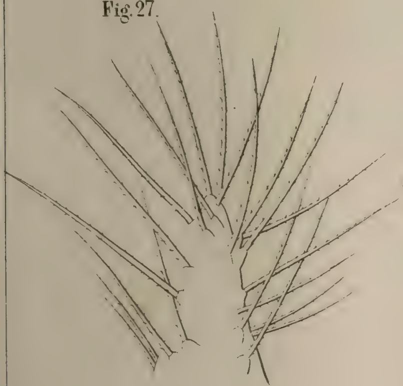
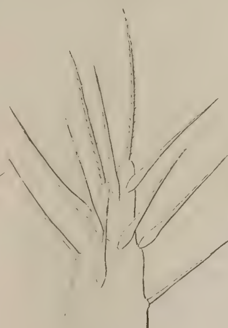
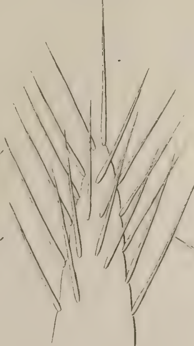

Fig. 26.

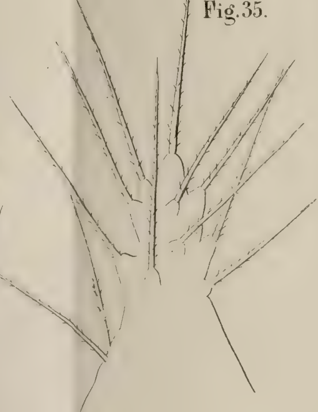

Fig. 26 a.


Fig. 29.


Fig. 27.


Fig. 31.


Fig. 32.


Fig. 35.

Ueber nordamerikanische
Papilioniden- und Nymphaliden-Raupen.

Von

Dr. August Gruber,

ausserord. Professor der Zoologie in Freiburg i. B.

Hierzu Tafel VII und VIII.

In seinen „Studien zur Descendenztheorie" deutet Weismann im Kapitel über „die Entstehung der Zeichnung bei Schmetterlingsraupen" darauf hin, wie werthvoll die Ausdehnung seiner Untersuchungen auf andere Gruppen von Lepidopteren sein müsste: „Besonders dankbar erschiene mir eine Bearbeitung der Papilioniden, natürlich nicht etwa blos der wenigen europäischen, sondern vor Allem der amerikanischen und indischen. In diesem Augenblick wissen wir von den Jugendstadien der Papilioniden-Raupen so gut wie gar nichts" [1]). — Wie mir aus mündlicher Mittheilung bekannt, trug sich Prof. Weismann selbst längere Zeit mit dem Gedanken, diese Studien fortzusetzen und suchte deshalb in den Besitz geeigneten Materials zu gelangen. Auf seine Bitte schickte ihm der vortreffliche Bearbeiter der nordamerikanischen Tagschmetterlinge, Herr W. H. Edwards in Coalburgh im Laufe der Jahre mehrere, beinahe vollständige Entwicklungsreihen verschiedener Papilioniden-Arten in Alkohol conservirt.

Ausserdem sandte Herr Edwards noch eine grössere Anzahl anderer Tagschmetterlingsraupen zum Theil ebenfalls in vollständigen Serien.

Da Prof. Weismann durch anderweitige Studien von der Bearbeitung der Edwards'schen Sendung abgehalten wurde,

---

[1]) Weismann, Studien zur Descendenztheorie. II. Ueber die letzten Ursachen der Transmutationen Leipzig 1876 pg. 3.

überliess er mir dieses werthvolle, sonst, wie es scheint, schwierig aufzutreibende Material. Ich habe nun den grösseren Theil jener Raupen in Bezug auf die feineren Einzelheiten ihres äusseren Baues untersucht und gezeichnet und bin dabei zu Resultaten geführt worden, die ich jetzt hier niederlegen möchte. Die Beobachtungen sind allerdings noch unvollständig genug, und wenn ich dennoch zur Veröffentlichung derselben schreite, so geschieht es in der Ueberzeugung, dass es mir vielleicht noch lange nicht, oder auch nie gelingen werde, die Lücken auszufüllen, während ich zugleich die Hoffnung hege, in diesen Angaben, so unvollkommen sie auch sein mögen, doch einen nicht unbrauchbaren Beitrag zur Kenntniss der Ontogenie und Phylogenie der Raupen zu liefern.

Die Untersuchungen wurden von denselben Ideen geleitet, welche Weismann in seinem oben genannten Werke dargelegt hat, nur dass hier das Objekt weniger die Färbung und Zeichnung der Raupen bildete, die ja auch an Spiritusexemplaren nicht immer völlig deutlich zu sehen sind, sondern vorwiegend die Bewehrung der Haut, d. h. die Gestalt und Vertheilung der Borsten und die Grösse und Stellung der Warzen, welche jenen zum Ansatz dienen. So unbedeutend auch diese meist mikroskopisch kleinen Merkmale sind, so wird man doch sehen, dass sich an ihre Veränderung im Laufe der Ontogenie manche nicht uninteressante Schlüsse anknüpfen lassen.

Ich gebe nun zunächst die Beschreibung der hier zu erwähnenden Raupen, um dann am Schlusse die sich ergebenden allgemeineren Resultate näher auszuführen.

1. Beschreibung der Raupen.

Papilioniden.

Es haben mir von Papilioniden fünf Arten fast vollständig vorgelegen, Papilio Asterias, Turnus, Troilus, Ajax und Philenor, alle aus Nord-Amerika, während ich von den jüngeren Zuständen unseres einheimischen P. Machaon nur Stadium I und II erhalten habe. Von P. brevicauda fanden sich in dem Edwards'schen Werke (Butterflies of North-America) Abbildungen aller Entwicklungsstadien, die für gewisse Punkte sehr wohl zu gebrauchen waren.

Papilio Asterias.

(Fig. 1—5).

Stadium I.

(Fig. 1).

Die Gesamtfärbung der Raupe ist auf diesem Stadium eine dunkelschwarze, nur unterbrochen von einem weissen Fleck, welcher sich über den Rücken des dritten und vierten Abdominalsegments wie ein Sattel herüberlegt. Die Raupe ist reichlich mit Haaren oder Borsten besetzt, welche zum grössten Theil nicht direkt auf der Haut, sondern auf Warzen oder Höckern ihren Ursprung nehmen. Diese stehen vorzugsweise in vier Reihen angeordnet, nämlich jederseits einer subdorsalen und einer suprastigmalen. Ausserdem lassen sich noch infrastigmal kleinere Warzen unterscheiden und auch nahe der Dorsallinie solche, die nur eine einzige Borste tragen. Am Kopf und am Abdominalsegment, sowie nahe der Bauchfläche jeden Segmentes stehen ebenfalls Borsten in ziemlicher Anzahl vertheilt.

Fasst man die zwei hauptsächlichsten Warzenreihen ins Auge, nämlich die subdorsale und die suprastigmale, so zeigt sich, dass die Warzen auf den Thorakal- und den letzten Abdominalringen am grössten sind und zwar so, dass die hervorragendste je auf dem ersten Thorakal- und dem letzten Abdominalglied steht und von da aus nach der Mitte zu die Höcker immer kleiner werden.

Was die auf diesen Warzen stehenden Borsten betrifft, so sind dieselben im Verhältniss zur Länge ziemlich stark (also nicht haarförmig) und zeigen an ihrem Ende eine schaufelförmige Verbreiterung in sehr charakteristischer Weise (Fig. 1 *a* und *b*).

Stadium II.

(Fig. 2).

Das zweite Stadium unterscheidet sich kaum von dem ersten, die Farbe ist immer noch eine dunkelschwarze mit dem weissen Sattel auf dem 3. und 4. Abdominalring.

Dagegen hat die Beborstung abgenommen, besonders auf dem Kopf- und letzten Abdominalsegmente. Die Borsten auf den Warzen sind im Verhältniss zu diesen kürzer als im Stadium I und haben keine Schaufel mehr auf der Spitze, sondern sind gleichmässig breit und vorne einfach abgerundet (Fig. 2 *a*).

Stadium III.
(Fig. 3).

Nach der zweiten Häutung sind immer noch keine wesentlichen Unterschiede aufgetreten, nur scheint die schwarze Farbe mehr durch helle Flecken verdrängt zu werden und der weisse Sattel hat sich an den Seiten weiter herabgesenkt. Die Warzen und die Borsten sind von denen des vorigen Stadiums kaum verschieden, doch haben erstere im Verhältniss zum Umfang der Raupe an Grösse abgenommen.

Stadium IV.
(Fig. 4).

Vom vorigen zu diesem Stadium ist der Uebergang ein sprungweiser, scheinbar ganz unvermittelter. Die vorher ganz einfärbige Raupe zeigt nun mit einem Male die Färbung und Zeichnung, welche in ähnlicher Weise von Papilio Machaon so wohl bekannt ist, d. h. einen hellgrünen Grund, in den Segmentgrenzen schmale und auf der Segmentmitte breite schwarze Bänder; letztere unterbrochen von ziegelrothen Flecken, welche je in drei Reihen angeordnet sind, einer subdorsalen, supra- und infrastigmalen.

Die Warzen, an welchen man die Beborstung kaum noch erkennt, sind noch erhalten und treten hauptsächlich in der Subdorsallinie noch deutlich hervor, im Verhältniss zur Körpergrösse der Raupe haben sie aber noch bedeutend abgenommen, d. h. sie sind offenbar rudimentär geworden. Die sonstige Beborstung ist vollkommen verschwunden.

Stadium V.
(Fig. 5).

Im letzten Stadium ist die grüne Grundfarbe hervortretender, weil die schwarzen Binden auf den Segmenten sich mehr aufgelöst haben und theilweise nur noch Flecken zwischen den rothen Punkten bilden; dies besonders auf den mittleren Abdominalsegmenten.

Die Warzen mit den Borsten sind spurlos verschwunden, und keine Andeutung der früheren Behaarung ist mehr zu sehen.

Papilio brevicauda.

Diese Raupe habe ich nicht selber untersucht, dagegen finden sich alle Entwicklungsstadien derselben bei Edwards[1])

[1]) l. c. Second Series. Part. IX. Taf. VIII *B*.

abgebildet. Wenn hier auch die Vergrösserung nicht stark genug ist, um die Gestalt der Borsten erkennen zu lassen, so sieht man doch, dass die Warzen sich ganz ebenso verhalten wie bei Asterias.

Bis zum Stadium III sind dieselben und die darauf eingepflanzten Borsten deutlich zu sehen; die Färbung in diesen Stadien ist eine schwarze, unterbrochen von einem weissen Sattel, der sich über den dritten und vierten Hinterleibsring herüberlegt (ganz wie bei brevicauda).

Im vierten Stadium sind die Warzen ganz rudimentär geworden, während sich bereits die charakteristische Zeichnung der ausgewachsenen Raupe angelegt hat, bestehend in einem hellgrünen Grundton, schwarzen Ringen, welche sich über die Segmente herumlegen und die von gelben Tupfen unterbrochen werden und zwar ungefähr an den Stellen, wo die Warzen standen.

Im nächsten Stadium verschwinden die Warzen ganz und die Zeichnung wird noch regelmässiger.

Nach der vierten Häutung endlich ist die Färbung eine viel hellere, das grün herrscht vor, da die schwarzen Binden sich aufzulösen beginnen. Doch giebt es nach Edwards auch Abweichungen von diesem Verhalten, wo die Binden noch ganz breit sind und daher die in Färbung und Zeichnung mehr dem vierten Stadium gleichkommt.

Ich bemerke, dass das letzte Stadium von brevicauda mehr dem vierten von Asterias gleicht, als dem entsprechenden fünften der letzteren Art.

Papilio Machaon.

(Europäische Form).

(Fig. 6).

Stadium I.

Es sind die bekannten Warzenreihen vorhanden und auf diesen Borsten mit schaufelförmiger Vorbereitung am Ende. Die Färbung ist eine schwarze, unterbrochen von einem weissen Sattel auf dem dritten und vierten Hinterleibsring.

Stadium II.

Mit der ersten Häutung tritt keine wesentliche Aenderung ein, auch bin ich nicht im Stande anzugeben, wann die Umwandlung in die grüne, mit schwarzen Binden und rothen Tupfen versehene Form vor sich geht. Ich glaube aber annehmen zu können,

dass hier wie bei Asterias und brevicauda nach der dritten Häutung die Veränderung eintritt.

Papilio Turnus[1]).

(Fig. 7—11).

Stadium I.

Die braune Grundfarbe ist durch eine weisse Schrägbinde unterbrochen, welche sich vom Rücken des sechsten zur Bauchseite des ersten Abdominalglieds hinzieht und so die Raupe in zwei Theile zu zerschneiden scheint.

Die Behaarung ist keine sehr starke. Die Borsten stehen auf Warzen, welche in der Subdorsale am ausgebildetsten sind und von den Enden zur Mitte hin bedeutend abnehmen. Die Borsten sind kurz und schaufelförmig verbreitert (Fig. 7 *a* und *b*).

Stadium II.

(Fig. 8).

Von diesem Stadium lag mir nur ein schlecht erhaltenes Exemplar vor. Doch konnte ich daran zumal durch Vergleichung mit den Edwards'schen Abbildungen soviel nachweisen, dass kein wesentlicher Unterschied mit Stadium I zu beobachten ist.

Stadium III.

(Fig. 9).

In der Färbung ist kein Unterschied mit dem vorigen Stadium zu erkennen, ausser dass auf dem dritten Brustring ein Augenfleck sich auszubilden beginnt[2]).

Die Warzen sind rudimentär geworden, sie treten nur noch auf den beiden ersten Brust- und hauptsächlich den letzten Hin-

---

[1]) Von Pap. Turnus hat Edwards („The Butterflies of North-America", Second Series Part VI New-York 1877) alle Stadien abgebildet und zwar nach dem Leben mit den natürl. Farben, die auf meinen Spirituspräparaten nicht zu sehen waren. Ich halte mich daher hierin an die Edwards'schen Zeichnungen. Was die Borsten und Warzen betrifft, so ist bei Edwards die Vergrösserung zu gering, um darüber zu urtheilen.

[2]) Ob derselbe, wie bei Troilus schon im zweiten Stadium vorhanden ist, kann ich an meinem Präparat und der Abbildung Edwards nicht entscheiden.

terleibsringen noch etwas deutlicher hervor. Bei stärkerer Vergrösserung bemerkt man auf den Warzen auch noch ganz kleine, spitz zulaufende Borsten (Fig. 9 *a*).

Stadium IV.
(Fig. 10).

Die braune Färbung hat einer vollkommen grünen Platz gemacht, wobei zu bemerken ist, dass die helle Querbinde nur noch als schwache Andeutung hervortritt. Der Augenfleck hat sich vollkommen ausgebildet. Von den früheren Warzen ist nur noch eine undeutliche Spur auf dem letzten Abdominalglied zu bemerken.

Stadium V.
(Fig. 11).

Nach Edwards kommen ausser den grünen auch braungefärbte Exemplare vor. Jede Andeutung einer früheren Behaarung oder eines Vorhandenseins von Warzen fehlt vollkommen.

Papilio Troilus.
(Fig. 12—15).

Stadium I.
(Fig. 12).

Die Färbung war an den Spiritusexemplaren, die mir nur zu Gebote standen, nicht zu erkennen, doch ist es nicht unwahrscheinlich, dass sie derjenigen des verwandten Turnus gleicht, also braun ist. Das Räupchen ist sehr borstig und zwar stehen die Borsten auf Warzen, die in Längsreihen angeordnet sind. Man unterscheidet jederseits eine dorsale Reihe mit Warzen, welche nur eine Borste tragen, eine subdorsale, eine supra- und eine infrastigmale Reihe und ausserdem noch Borsten am Kopf, am letzten Abdominalsegment über den Abdominalgliedern u. s. w.

Die Warzen der Subdorsal- und Suprastigmalreihe sind hinten und vorne am grössten und auf den mittleren Segmenten am kleinsten.

Die Borsten sind kräftig und vorne mit einer schaufelartigen Verbreiterung versehen (Fig. 12 *a*).

Stadium II.

(Fig. 13).

Von der Färbung gilt das bei Stadium I gesagte, nur dass hier auf dem dritten Brustring ein dunkler Fleck auftritt, der zum späteren Augenfleck wird.

Die Warzen sind im Verschwinden begriffen, und nur auf den Thorakal- und den letzten Abdominalsegmenten in der Subdorsalreihe sind sie noch deutlich zu sehen, nach der Mitte zu sind sie fast ganz zurückgegangen.

Die Borsten sind im Verhältniss zu den Warzen viel kleiner geworden und haben die schaufelförmige Verbreiterung vollkommen eingebüsst (Fig. 13 *a*).

Stadium III.

(Fig. 14).

Mit der zweiten Häutung geht eine grosse Veränderung an der Raupe vor sich. Die Färbung ist wahrscheinlich, wie bei Pap. Turnus eine grüne geworden, unterbrochen durch ein helles schräg über die ersten Abdominalglieder verlaufendes Band, wie sich ein solches bei Turnus bis zum vierten Stadium vorfindet. Auch auf den letzten Abdominalgliedern findet sich die Andeutung einer ebenso verlaufenden Binde. Der schwarze Fleck auf dem dritten Brustring ist grösser geworden.

Die Warzen und die Borsten sind fast vollkommen geschwunden und nur auf den Thorakal- und den letzten Abdominalringen finden sich noch ganz schwache Spuren davon vor.

Stadium IV

hat mir nicht zur Verfügung gestanden.

Stadium V.

(Fig. 15).

Die Gesammtfärbung wird auch hier grün sein, doch zeigen sich hier deutliche helle Flecken mit dunkler Umrandung, da wo vorher die subdorsalen, supra- und infrastigmalen Warzen gestanden haben. Auf dem dritten Thorakalring hat sich ein complicirt gezeichneter Augenfleck gebildet, während auf dem ersten Abdominalglied sich die Andeutung eines solchen findet.

Von den Warzen sowohl wie von den Borsten ist keine Spur mehr zu entdecken; der Körper der Raupe erscheint vollkommen glatt.

Papilio Ajax.

(Fig. 16—19).

Stadium I.

(Fig. 16).

Die Farbe des kleinen Räupchens ist sehr dunkel, wahrscheinlich schwarz.

Es sind jederseits vier Reihen von Warzen zu unterscheiden, eine dorsale, subdorsale, supra- und infrastigmale. Auf den kleinen, dorsalen Warzen steht immer nur eine einzige Borste, während die übrigen deren viele tragen.

Die Borsten sind auf den oberen Warzenreihen sehr lang und eigenthümlich gebaut, indem sie an der Spitze gabelförmig gespalten sind. Sie weichen darin ganz von der Borstenform ab, welche bei den anderen Papilioniden in den ersten Stadien zu sehen sind, und die oben schaufelförmig verbreitert sind. Trotzdem lassen sie sich auf diese zurückführen, da sie durch Spaltung eines verbreiterten Vorderendes entstehen.

Stadium II.

(Fig. 17).

Dieses Stadium scheint von dem vorhergehenden kaum verschieden zu sein, die Färbung, die Gestalt der Warzen und Borsten ist ganz dieselbe wie vor der Häutung.

Stadium III.

(Fig. 18).

Ein merkwürdiger Sprung führt vom vorigen auf das dritte Stadium. Die Färbung hat sich plötzlich ganz geändert; statt der gleichmässigen dunklen Farbe ist der Grundton ganz hell und von einer grossen Zahl schwarzer Ringbänder unterbrochen, von welchen man auf jedem Segmente vier unterscheiden kann. Der untere Theil des Ringes ist noch von zwei bogenförmigen Längsstreifen eingefasst.

Die Warzen und die langen Gabelborsten sind mit einem Male verschwunden und die Haut erscheint ganz glatt. Ich besitze ein Präparat im Canada-Balsam, wo sich die Haut des zweiten Stadiums eben zu lösen beginnt, so dass man unter derselben schon die Raupe in der Gestalt des dritten Stadiums bemerkt; wendet man starke Vergrösserung an, so bemerkt man, dass doch

auch auf diesem Stadium Borsten vorhanden sind, aber nur sehr kleine, ungegabelte, die im Verhältniss zur Körpergrösse vollkommen verschwinden.

Stadium IV.
(Fig. 19).

Vom vorhergehenden unterscheidet sich dieses Stadium nur dadurch, dass die schwarzen Streifen viel dünner geworden sind und oft unterbrochen erscheinen, wodurch die helle Gesammtfärbung stärker hervortritt; nur zwischen dem letzten Thorakal- und ersten Abdominalsegment ist eine breite schwarze Binde zu bemerken.

Stadium V
hat mir nicht vorgelegen, ich glaube aber nicht, dass es wesentlich von dem Vorhergehenden verschieden sein wird.

Papilio Philenor.
(Fig. 20—24.)

Stadium I.
(Fig. 20.)

Ueber die Färbung kann ich an den Spiritusexemplaren nicht Sicheres aussagen, doch scheint dieselbe eine dunkele zu sein. Das junge Räupchen ist sehr stark behaart, d. h. mit sehr langen Borsten besetzt. Letztere stehen auf kleinen Warzen, von denen jederseits eine dorsale Reihe je nur eine einzige Borste trägt, während die auf einer subdorsalen, supra- und infrastigmalen Reihe stehenden Warzen deren mehrere tragen. Ausserdem stehen noch auf dem Kopf, dem letzten Abdominalsegment, unterhalb der Infrastigmale und schliesslich noch auf den Thorakalfüssen starke Borsten. Man kann zweierlei Arten von Borsten unterscheiden, solche, welche oben eine stachelförmige Verbreiterung haben, Fig. 20 *a*, und andere, die ganz spitz zulaufen. Die letzteren scheinen in der Mehrzahl vorhanden zu sein, während erstere fast nur auf die dorsale und subdorsale Warzenseite beschränkt sind.

Stadium II.
(Fig. 21.)

Mit der ersten Häutung verändert sich das Aeussere der Raupe bedeutend, indem die Haare so kurz geworden sind, dass sie dem Auge ganz entgehen und nur bei stärkerer Vergrösserung noch sichtbar sind (Fig. 21 *a*). Die schaufelförmigen Borsten sind überhaupt ganz verschwunden. Die Warzen dagegen haben an Grösse nicht abgenommen, ja die auf den Brustringen, den letzten Hinterleibsringen und alle in der Infrastigmalreihe stehenden Warzen sind im Verhältniss zum Körper länger geworden; nur die auf den mittleren Abdominalsegmenten in der Subdorsale stehenden Warzen sind nicht gewachsen.

Stadium III.
(Fig. 22.)

Ueber die Behaarung ist hier dasselbe zu sagen, wie in dem vorigen Stadium, während die Warzen, welche nach der ersten Häutung eine Zunahme zeigten, nach der zweiten noch bedeutend länger geworden sind. Auf dem ersten Thorakalsegment ist schon ein langes hornartiges Gebilde daraus entstanden.

Stadium IV
(Fig. 23)

hat mir zur Untersuchung nicht vorgelegen; dasselbe wird sich übrigens von dem vorigen im Wesentlichen wahrscheinlich nur dadurch unterscheiden, dass die Borsten auf den Warzen vollkommen verschwunden sind.

Stadium V.
(Fig. 24.)

Die Färbung scheint auch auf diesem, wie auf den vorigen Stadien eine gleichförmig dunkele zu sein. Der ganze Körper ist glatt, die Subdorsal-Warzen der mittleren Abdominalsegmente sind fast ganz verkümmert, während die vorher genannten im Wachsthum begriffenen, zu langen Hörnern ausgewachsen sind, die besonders den Thorakalsegmenten ein sehr eigenthümliches Aussehen verleihen.

Nymphaliden.

Von Nymphaliden habe ich auch einige westvirginische Formen nach denselben Gesichtspunkten untersucht, wie die Papilioniden und ich will die Resultate kurz angeben, wobei ich bemerke, dass die Gattung Melitaea am genauesten behandelt wurde.

Melitaea Phaëton.

(Fig. 25—27).

Stadium I.

(Fig. 25).

Der Körper des Räupchens ist mit vielen einzelstehenden Borsten bedeckt, die auf kleinen Warzen stehen, welche in regelmässigen Reihen angeordnet sind und zwar einer dorsalen, jederseits einer subdorsalen, einer suprastigmalen und einer infrastigmalen; ausserdem stehen noch am Kopf, am letzten Abdominalsegment und unter der Infrastigmalreihe noch Borsten.

Letztere sind leicht gebogen, schlank und am Rande ganz fein, aber deutlich gezähnelt (Fig. 25 *a*).

Stadium II.

(Fig. 26).

Nach der ersten Häutung hat sich das Aeussere der Raupe wesentlich verändert, dadurch, dass an Stelle der kleinen Höckerchen, auf welchen im Stadium I die einzelnen Borsten standen, grosse Warzen auftreten, die mit zahlreichen Borsten bedeckt sind, wie in den ersten Stadien der Papilionidenraupen.

In ihrer Zahl und Stellung entsprechen dieselben durchaus jenen Höckern des ersten Stadiums und auch die auf ihnen eingepflanzten Borsten sind wie die zuerst beschriebenen fein gezähnelt, aber im Verhältniss zum Körper etwas kürzer, als jene (Fig. 26 *o*).

Stadium III und IV

(Fig. 27)

haben gegenüber dem vorigen Stadium keine wesentlichen Veränderungen aufzuweisen. Die gezähnelten Borsten sind immer vorhanden und geben der Raupe das bekannte haarige Aussehen.

Stadium V

hat mir zur Untersuchung nicht vorgelegen; es scheint aber nicht von den vorhergehenden abzuweichen, so weit wenigstens aus der von Edwards[1]) gegebenen Zeichnung hervorgeht. Edwards hat die ganze Entwicklung der Phaëton-Raupe nach dem Leben und mit den natürlichen Farben dargestellt, worauf ich hier verweise. Zur Feststellung der charakteristischen Borstenform hat die von Edwards angewandte Vergrösserung nicht ausgereicht.

Melitaea Marcia.

(Fig. 28 u. 29).

Stadium I.

(Fig. 28).

Eine dorsale, zwei snbdorsale, zwei supra- und zwei infrastigmale Reihen einzeln stehender Borsten sind an der jungen Raupe zu erkennen. Die Borten sind sehr lang, etwas gebogen und fein gezähnelt.

Stadium II.

An denjenigen Punkten, wo vor der ersten Häutung die einzelnen Borsten gestanden hatten, haben sich hohe Warzen gebildet, die mit zahlreichen Borsten bedeckt sind.

Letztere gleichen in der Mehrzahl denjenigen des vorigen Stadiums, nur auf den in der Subdorsale stehenden Warzen sind theilweise anders gestaltete aufgetreten, nämlich solche, die der Zähnelung entbehren und am Grunde bauchig aufgetrieben sind.

Stadium III.

(Fig. 29).

Auf der Dorsale, den Subdorsalen und Suprastigmalen sind die gezähnelten Borsten vollkommen von den glatten, am Grunde kolbig erweiterten verdrängt worden, während auf der Infrastigmale von den Letzteren nur eine einzige auf jeder Warze zu bemerken ist.

---

[1]) The Butterflies of North-America. Secund Series. Part. IV.

Stadium IV u. V.

Dasselbe Verhältniss finden wir auch bei den beiden letzten Stadien, d. h. die zuerst ausschliesslich vorhandenen gezähnelten Borsten haben der zweiten Form mit glattem Rand und aufgeblähter Basis fast überall Platz gemacht.

Melitaea Nycteis.

(Fig. 30—32).

Stadium I.

(Fig. 30).

Das junge Räupchen ist bedeckt mit langen, gekrümmten, gezähnelten Borsten, die ihn den gewöhnlichen regelmässigen Reihen angeordnet sind.

Stadium II.

(Fig. 31).

Nach der ersten Häutung sind an der Stelle der einfachen Borsten grosse mit zahlreichen Borsten besetzte Warzen aufgetreten. Auf denselben befinden sich theils noch wie im ersten Stadium gezähnelte, theils an der Basis aufgeblähte Borsten.

Stadium III

habe ich nicht untersuchen können.

Stadium IV.

(Fig. 32).

In diesem Stadium, d. h. nach der ersten auf die Ueberwinterung folgenden Häutung sind die Dornen unten nicht mehr kolbig erweitert, sondern nach vorne zu gleichmässig spitz zulaufend.

Stadium V u. VI

hat keine nennenswerthen Unterschiede aufzuweisen.

Melitaea Tharos.

(Fig. 33).

Stadium I.

Von Melitaea Tharos habe ich dieses Stadium allein beobachtet und es zeigte sich dabei, dass auch hier die langen, leicht-

gekrümmten und fein gezähnelten Borsten vorhanden sind, welche einzeln in den gewöhnlichen Längsreihen angeordnet stehen.

Melitaea Didyma.

Von dieser Art habe ich nur lückenhafte Untersuchungen aufzuweisen, aus welchen aber hervorzugehen scheint, dass sie in ihrer Entwicklung von den vorhin genannten Arten nicht wesentlich abweicht.

Argynnis Myrinna.

(Fig. 34 u. 35).

Stadium I.

(Fig. 34).

Das junge Räupchen ist sehr haarig, d. h. mit vielen Borsten besetzt, welche einzeln und regelmässig in Längsreihen (Dorsale, Subdorsale, Supra- und Infrastigmale) angeordnet liegen. Diese Borsten sind wie bei Melitaea lang, leicht gekrümmt und fein gezähnelt.

Stadium II.

(Fig. 35).

Nach der ersten Häutung werden die einzeln stehenden Borsten durch sehr zahlreiche ersetzt, welche auf hohen Warzen stehen. Die Borsten sind zum grossen Theil noch gezähnelt, doch zeigen sich auch schon manche glatte unter ihnen.

Stadium III.

Hier ist die Zähnelung an den Borsten auch bei Anwendung stärkerer Vergrösserung kaum noch sichtbar.

Stadium IV u. V

haben mir nicht zur Verfügung gestanden.

2. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.

Ich habe bis jetzt die einzelnen Raupenarten aus den beiden Familien der Papilioniden und Nymphaliden, so weit sie mir zu

Gebote gestanden, unabhängig von einander in ihrer Entwicklung verfolgt und es würde sich nun darum handeln, festzustellen, was denselben gemeinsam ist und was nicht und ob aus dieser Zusammenstellung etwa allgemeine Schlüsse gezogen werden können. Ich glaube, dass dies der Fall ist, dass wirklich Andeutungen über die genetischen Beziehungen dieser Arten sich aus den Beobachtungen herauslesen lassen, so spärlich auch das Material zu sein scheint.

Betrachten wir zunächst die Papilioniden, so finden wir im ersten Stadium die Raupe stets mit starken Warzen bedeckt, auf welchen lange Borsten stehen, die dem Räupchen ein haariges Aussehen verleihen. Diese Warzen stehen in parallelen Längsreihen angeordnet und zwar kann man deren jederseits hauptsächlich vier deutlich unterscheiden, eine dorsale, eine subdorsale, eine supra- und eine infrastigmale Reihe, von welchen die zwei mittleren die deutlichsten sind. Dabei zeigt es sich, dass die Warzen auf den vordersten und auf den hintersten Leibesringen die längsten sind und zwar so, dass die längste einerseits auf dem ersten Brustring, andererseits auf dem letzten Hinterleibsring steht und dass nach der Mitte zu diese Auswüchse immer kleiner werden, so dass die auf den mittleren Segmenten stehenden die allerkleinsten sind.

Es zeigt sich also eine Correlation zwischen den Thorakal- und den drei letzten Abdominalsegmenten, welche besonders deutlich bei Papilio Philenor hervortritt, wo die Warzen zu hornartigen Gebilden ausgewachsen sind.

Ein weiteres Beispiel für diese Correlation bieten Danais Archippus und Limenitis Disippus, beide aus Westvirginien, welche ich ebenfalls genauer untersucht habe. Bei der erstgenannten Art stehen zwei lange Hörner, ganz ähnlich denen von Papilio Philenor auf dem zweiten Brustring und dem entsprechend ganz dieselben Gebilde auf dem zweitletzten Hinterleibsringe und zwar sind deren Anlagen schon im ersten Stadium bemerkbar. Bei Limenitis Disippus sind auf mehreren Segmenten hornartige Warzen, von denen ebenfalls wieder die auf dem zweiten Brust- und zweitletzten Hinterleibsring die ersten sind. Doch sind sie nicht wie bei Danais Archippus gleich gross, sondern die Hörner auf dem zweiten Brustring sind weitaus die längsten; sie sind es jedenfalls, welche eine Bedeutung für die Raupe haben, vielleicht die als Schreckmittel zu wirken, während die Warzen auf den übrigen Ringen jene Organe nur in Andeutungen wiederholen, wie ja leicht

bei segmentirten Thieren Eigenschaften eines Segmentes auf die anderen übertragen werden. Bei Limenitis Arthemis scheinen nach Edwards[1]) die Hörner auf dem zweiten Brustring im Verhältniss zu den anderen Warzen noch bedeutend grösser zu sein.

Um zu den Papilioniden zurückzukehren, so ist, was die Warzen betrifft, der normale Verlauf der, dass dieselben nach jeder Häutung an Grösse abnehmen, um früher oder später ganz zu verschwinden und zwar sind es die auf den mittleren Segmenten stehenden Warzen, welche zuerst in Wegfall kommen, wie sie ja auch von Anfang an die kleinsten waren, während die auf den Brustringen und den letzten Hinterleibsringen stehenden Höcker sich am längsten erhalten.

Es geht daraus hervor, dass die Warzen mit ihren Borsten ihre Bedeutung für die Raupe verlieren und darum rückgebildet werden. Betrachtet man die Entwicklungsreihen der Papilionidenraupen auf Tafel VII, so wird man, den gleich zu besprechenden Papilio Philenor ausgenommen, sofort bemerken, dass diese Warzen schon im zweiten oder dritten Stadium als rudimentäre Organe zu bezeichnen sind. Ihre ursprüngliche Bestimmung ist die, geeignete und prominirende Ansatzpunkte für die Borsten zu bilden, die jedenfalls eine Bedeutung für die Raupe haben müssen. Ob sie dieselbe bei den Papilioniden noch haben, scheint mir fraglich, jedenfalls ist dies nur noch in den frühesten Stadien der Fall. Im Ganzen hat man mehr den Eindruck, als wären die Warzen und die damit verbundenen Dornen bei den Papilioniden nur ein Erbstück von Vorfahren, bei denen diese Gebilde noch eine wichtige Bedeutung hatten, wie dies z. B. bei den Nymphaliden ohne Zweifel der Fall ist. Die Warzen werden rudimentär in dem Maasse, als die Zeichnung sich auf dem Leibe der Raupe ausbildet, mit anderen Worten, die Zeichnung ist es, welche jene verdrängt, da beide neben einander sich offenbar in der Wirkung stören würden. Die Zeichnung und oft lebhafte Färbung der Papilionidenraupen ist es, welche die Naturzüchtung zum Objekte ihrer bildenden Kraft gewählt und da müssen andere Elemente, welche daneben ihre Bedeutung verloren haben, oder gar störend in der Ausbildung der neuen Eigenschaft wirken würden, allmählig verdrängt werden. Die Art der Zeichnung wird hierbei auch eine Rolle zu spielen haben; so würden bei einer gleichmässig braunen oder grünen Färbung, wie sie die nahe verwandten Pap. Turnus

[1]) Butterflies etc. Second Series Part VIII.

und Troilus aufweisen, die Protuberanzen sehr deutlich hervortreten und dem entsprechend verwischen sie sich schon nach der zweiten Häutung beinahe vollkommen. Noch störender würden die Rauhigkeiten auf die eigenthümliche Zeichnung von Papilio Ajax mit ihren zahlreichen schwarzen Ringen einwirken; daher auch der merkwürdige Sprung zwischen dem zweiten und dem dritten Stadium. Mit einem Male tritt die Zeichnung auf und zu gleicher Zeit verschwinden die vorher noch stark entwickelten Warzen mit ihren Borsten. Ich erwähnte schon, dass ich ein Präparat besitze, wo sich die zweite Raupenhaut eben ablöst und darunter die charakteristische Gestalt und Färbung des dritten Stadiums hervorsieht.

Bei einer Zeichnung wie sie z. B. Papilio Asterias, brevicauda Machaon (u. Alexanor) aufweisen, werden hingegen die Warzen viel weniger störend sein, da sie auf dem dunklen Grunde der schwarzen Querbinden kaum hervortreten. Dementsprechend sehen wir sie auch erst mit der letzten Häutung vollkommen verschwinden.

Man kann also wohl annehmen, dass die Papilionidenraupen von Formen abstammen, die bei einer indifferenten Färbung und wenig auffallenden Zeichnung mit starken, borstentragenden Warzen bedeckt waren. Dieser hypothetischen Urform gleichen noch alle (von mir untersuchten) Räupchen im ersten und auch noch im zweiten Stadium.

Die heutigen Papilionidenraupen zeigen meist eine grelle Färbung und auffallende Zeichnung (Ringe, Bänder, Augenflecken etc.) und diesen Elementen musste die ursprüngliche Beschaffenheit weichen. Den grossen Contrast zwischen jener Urform und der heutigen Raupe haben zahlreiche Zwischenstufen überbrückt und diese sind uns in den verschiedenen Gestaltungsarten der einzelnen Entwicklungststadien erhalten; jede Raupe wiederholt während ihrer Häutungen in mehr oder minder vollkommener Weise die Stammesgeschichte ihrer Art.

Ich habe vorhin klar zu machen gesucht, dass die Art der Zeichnung manchmal ein sehr rasches Verschwinden der rudimentären Organe nöthig erscheinen lässt. Wäre dies nicht der Fall, so könnte man das Alter der Papilionidenraupen d. h. die Entfernung einer jeden Art von der Stammform sehr leicht nach den Warzenrudimenten bestimmen. Diejenigen Raupen nämlich, welche die Warzen am längsten behielten, würden die ältesten, der Stammform am nächsten stehenden, die, welche die Höcker schon in frühen Stadien verlieren, die jüngsten, von der Urform am ent-

ferntesten sein. Zur ersten Categorie hätte man demnach z. B. Papilio Machaon, Asterias u. brevicauda zu rechnen, was auch durchaus nicht unwahrscheinlich erscheint, da sich bei ihnen die dunkle Färbung ohne ausgesprochene Zeichnung bis ins dritte Stadium erhält. Brevicauda erschiene dann noch älter als Asterias, da hier noch im vierten Stadium die Warzen recht deutlich sind und auch die Zeichnung noch nicht so entwickelt ist, wie im entsprechenden Stadium von Asterias (s. Edwards).

Der helle Sattel, welcher die dunkle Gesammtfärbung unterbricht, findet sich ausser bei diesen, auch in ähnlicher Weise — als Schrägbinde — bei Pap. Troilus und Turnus und ausserdem auch bei anderen Raupen wie z. B. bei Limenitis Arthemis [1]). Indem er die dunkle Linie unterbricht, als welche das Räupchen aus der Ferne erscheint, mag er dasselbe weniger auffallend, seinen Feinden weniger leicht sichtbar machen.

Papilio Philenor nimmt eine Ausnahmestellung unter den verwandten Arten ein, ist aber darum nicht minder interessant und lehrreich. Das erste Stadium entspricht im Wesentlichen demjenigen der anderen Formen, aber von da an nimmt die Entwicklung einen anderen Gang. Die Borsten verschwinden wohl, nicht aber die Warzen, sondern diese werden im Gegentheil immer länger und wachsen zu hornartigen Gebilden aus. Dieser Process zeigt sich aber nur auf den Brustringen und den letzten Hinterleibsringen, und zwar so, dass das längste Horn je auf dem ersten Brust- und dem letzten Hinterleibsring steht.

Auf den mittleren Segmenten werden auch hier die Warzen zurückgebildet, aber nur langsam und sind auch nach der letzten Häutung noch nicht ganz verschwunden. Besonders in der Infrastigmalreihe erhalten sie sich sehr lang.

Während die Färbung und Zeichnung bei Papilio Philenor nebensächlich ist, sind es also die von der Urform ererbten Warzen, welche von der Naturzüchtung zum Gegenstand ihrer bildenden Kraft gewählt worden sind; die Borsten verschwinden auch hier und die langen Hörner sind ganz glatt. Es scheint mir kaum zweifelhaft, dass man dieselben als Schreckmittel aufzufassen hat, und zwar besonders die auf den Thorakalsegmenten stehenden, während die auf den letzten Abdominalsegmenten sich erhebenden, vielleicht nur einer correlativen Uebertragung der an den Brustringen hervorgerufenen Bildungen auf die Hinterleibsringe ihre

---

[1]) S. Edwards l. c. Part. VIII.

Entstehung verdanken, wie ich das schon vorhin angedeutet habe. Auf Correlation mag es auch beruhen, dass auf der Infrastigmale die Warzen so lang bleiben, da eine Bedeutung derselben für das Thier nicht recht zu ersehen ist. Die langen Schreckhörner auf den Thorakalsegmenten gehören nämlich der Infrastigmale an und so könnte man sich denken, dass auf den übrigen Segmenten ebenfalls die Tendenz zum Ausdruck käme, die entsprechenden Warzen zu vergrössern oder wenigstens zu erhalten.

Was noch die Gestalt der auf den Warzen stehenden Borsten der Papilioniden betrifft, so sehen wir im ersten Stadium an denselben einen langen Schaft und ein schaufelförmig verbreitertes Ende. Diese Grundform fand ich bei allen von mir beobachteten Papilioniden, nur Ajax mit seinen gabelförmig gespaltenen Borsten bildet eine Ausnahme, doch lassen auch diese Haare, wie schon gesagt, sich auf die anderen zurückführen, da sie durch Spaltung eines verbreiterten Vorderendes entstehen.

Welches die Bedeutung der Borsten für die Raupe ist, und auf was für Umständen ihre Verschiedengestaltigkeit beruht, bin ich nicht im Stande anzugeben, da die Lebensweise dieser Raupen nicht bekannt genug, ja auf diese Punkte hin überhaupt noch nicht beobachtet worden ist. Die schaufelförmigen Borsten sind gewiss ein Erbstück von den Vorfahren der Papilionidenraupen und wir finden sie auch bei Raupen aus ganz verschiedenen Familien, wie z. B. Danais Archippus und Colias Philodice, Satyrus Eurytus, die ich untersuchte. Bei den Papilioniden haben sie, wenn überhaupt, nur im ersten Stadium noch eine Bedeutung, denn sie verlieren nach den folgenden Häutungen die schaufelförmige Verbreiterung, werden im Verhältniss immer kürzer und verkümmern schliesslich ganz; kurz schon in den jungen Stadien sieht man ihnen an, dass man es mit rudimentären Organen zu thun hat, welche wie die Warzen, auf denen sie stehen für das Thier bedeutungslos geworden sind und von anderen Elementen verdrängt werden.

Bei dem eine abweichende Entwicklungsrichtung einschlagenden Pap. Philenor werden die Borsten schon früher rudimentär und im ersten Stadium findet sich auf den Warzen meist nur eine der Grundform entsprechende lange Borste. Durch die Ausbildung der Warzen zu den schon erwähnten Schreckorganen werden die Borsten rasch in den Hintergrund gedrängt.

Was die Nymphaliden betrifft, so will ich auch hier versuchen, ob die Beobachtungen an den wenigen Arten, die mir

vorgelegen, sich in ähnlicher Weise verwerthen lassen, wie ich dies eben an den Papilioniden gethan habe.

Auch hier sehen wir zunächst, dass die ersten Stadien sich mehr oder weniger vollkommen entsprechen, dass sie z. B. ganz übereinstimmend sind bei allen untersuchten Arten der Gattung Melitaea. Die junge Raupe ist behaart, d. h. sie ist mit langen Borsten versehen, welche in den bekannten Längsreihen angeordnet sind. Im Gegensatz zu den Papilioniden stehen die Bosten einzeln auf ganz unscheinbaren Erhöhungen der Haut, während nach der ersten Häutung ein Zustand erreicht wird, wie wir ihn bei den Papilioniden im ersten Stadium antreffen; es erscheinen nämlich hohe, kegelförmige Warzen, die mit zahlreichen Borsten besetzt sind, so dass die Raupe viel haariger erscheint als im ersten Stadium. Diese Warzen nehmen nun mit jeder neuen Häutung an Grösse zu, so dass sie im Verhältniss zur Raupe an Umfang nichts einbüssen. Es verhält sich also der Entwicklungsgang gerade umgekehrt, wie bei den Papilioniden. Dort waren die Warzen nur in den ersten Stadien als Erbstück einer hypothetischen Urform vorhanden und verkümmerten dann immer mehr, hier sind sie ein neu erworbener Charakter, der erst im zweiten Stadium auftritt und nun in den folgenden Stadien weiter erhalten oder vervollkomnet ist.

Bei den Papilioniden gewinnt die Farbe und die Zeichnung die Oberhand und verdrängt die Warzen und Borsten, hier spielen die erstgenannten Momente offenbar eine untergeordnetere Rolle, und statt dessen kommt der Bewehrung eine hohe Bedeutung für die Art zu und sie beherrscht die äussere Form der Raupe. Welches die Bestimmung der Behaarung ist, weiss ich, wie gesagt, leider nicht anzugeben.

Was die Borsten selbst anbetrifft, so lassen sich an ihnen auch einige nicht uninteressante Beobachtungen machen. Bei den von mir untersuchten Melitaea- und Argynnis-Arten sind im ersten Stadium immer lange, leicht gebogene und am Rande fein gezähnelte Borsten vorhanden [1]). Diese Primitivborsten, wie ich sie nennen will, werden nun im Laufe der Entwicklung von einfach glatten oder an der Basis bauchig aufgetriebenen Borsten

---

[1]) Ich bemerke, dass bei dem vorhin genannten Satyrus Eurytus die schaufelförmigen Borsten im zweiten Stadium durch gezähnelte verdrängt werden, so dass dann ein Zustand erreicht wird, der dem Stadium I der Melitaea entspricht.

verdrängt. Dieser Verdrängungsprocess ist bei einigen Arten weniger durchgreifend, als bei andern, er macht sich entweder erst in späteren Stadien geltend oder in früheren. So bewahrt Melitaea Phaëton die Primitivborsten bis zum vierten Stadium, ob bis zum fünften, weiss ich nicht, da mir dasselbe nicht vorlag. Bei Marcia und Nycteis dagegen erscheinen schon nach der ersten Häutung einzelne Borsten der zweiten Form, mit blasig erweitertem Schaft. Es sind die Warzen der Subdorsale wo sie zuerst auftreten und zwar gemischt mit den Primitivborsten. Erst in den folgenden Stadien verdrängen sie diese hier und auf den anderen Warzenreihen. Bei Melitaea Marcia z. B. finden sich im zweiten Stadium schon einige kolbenförmige Borsten auf den Subdorsalwarzen, während sonst überall gezähnelte sind, im Stadium III dagegen sind letztere nur noch auf die Infrastigmale beschränkt und auch da tritt unter ihnen schon eine kolbige Borste auf. Bei Nycteis macht im vierten Stadium (erste Häutung nach der Ueberwinterung) auch die zweite Borstenform einer dritten Platz, indem die blasige Auftreibung bei allen Borsten fast vollkommen verschwunden ist.

Auch bei Marcia macht es im Stadium V den Eindruck als wäre eine Tendenz vorhanden die blasig aufgetriebenen mit einfach stabförmigen Borsten zu vertauschen. Bezeichnen wir die drei erwähnten Arten von Borsten die gezähnelten, bauchigen und stabförmigen mit A, B und C, so kann man zu folgendem Schlusse gelagen: Melitaea Phaëton ist die älteste der Urform am nächsten stehende Art, denn bei ihr persistirt die primitive Borstenform A bis ins vierte (vielleicht bis ins fünfte) Stadium, Melitaea Marcia ist eine jüngere Art, denn schon im zweiten Stadium tritt die Borstenform B auf, während sich aber erst im fünften eine Hinneigung zur Form C bemerklich macht. Die jüngtste der drei Arten wäre Melitaea Nycteis, denn hier hat schon im vierten Stadium die Borstenform C die B vollkommen verdrängt. Bei Argynnis Myrinna findet sich im ersten Stadium ebenfalls die gezähnelte Primitivform, doch wird dieselbe nach der ersten Häutung sofort von der Form C und nicht von B verdrängt.

Bei den Grapta-Arten, die ich untersuchte, sind die Borsten des ersten Stadiums überhaupt nicht gezähnelt, sondern gleich ganz glatt. Hier wachsen die Warzen noch bedeutend mehr als bei Melitaea und Myrinna, während die Borsten im Verhältniss kürzer werden.

Die Ideen, welche ich in Vorstehendem entwickelt, können natürlich keinen Anspruch auf Vollkommenheit und Unfehlbarkeit machen, denn dazu waren die zu Grunde gelegten empirischen Thatsachen zu ungenügend. Eine gewisse Wahrscheinlichkeit wird man ihnen aber wohl nicht absprechen können und vielleicht werden sie später einmal von anderer Seite eine Bestätigung erhalten. Es mag darin eine Aufforderung an diejenigen liegen, denen reicheres Material zu Gebote steht, als mir, dasselbe in diesem Sinne zu verwerthen und die Resultate, zu denen ich gelangt bin, nachzuprüfen. Mögen dieselben theilweise umgestossen werden, mögen sie sich als richtig erweisen, jedenfalls wird eine derartige Untersuchung eine äusserst dankbare sein und viel Interessantes zu Tage fördern müssen.

Tafelerklärung.

Tafel VII.

Figur 1—5. Papilio Asterias.

Fig. 1. Stadium I; 1a eine Warze von der subdorsalen Reihe; 1b eine solche von der dorsalen.
Fig. 2. Stadium II; 2a eine Warze der Subdorsale.
Fig. 3. Stadium III.
Fig. 4. Stadium IV.
Fig. 5. Stadium V.

Fig. 6. Papilio Machaon.

Fig. 6. Eine Warze des ersten Stadiums von P. Machaon.

Fig. 7—11. Papilio Turnus.

Fig. 7. Stadium I; 7a Warzen vom letzten; 7b von einem mittleren Abdominalsegment.
Fig. 8. Stadium II.
Fig. 9. Stadium III; 9a Warze von einem Abdominalglied.
Fig. 10. Stadium IV.
Fig. 11. Stadium V.

Fig. 12—15. Papilio Troilus.

Fig. 12. Stadium I; 12a Warze vom ersten Thorakalsegment.
Fig. 13. Stadium II; 13a Warze vom dritten Thorakalsegment.
Fig. 14. Stadium III.
Fig. 15. Stadium V.

Fig. 16—19 Papilio Ajax.

Fig. 16. Stadium I.
Fig. 17. Stadium II; 17a Warze von einer der dorsalen Reihen.
Fig. 18. Stadium III.
Fig. 19. Stadium IV.

Fig. 20—24. Papilio Philenor.

Fig. 20. Stadium I; 20a Warze mit Borste einer der Dorsallinien.

Fig. 21. Stadium II; 21a eine Warze mit den kurzen Borsten.

Fig. 22. Stadium III.

Fig. 23. Stadium IV.

Fig. 24. Stadium V.

Tafel VIII.

Fig. 25—27. Melitaea Phaëton.

Fig. 25. Querschnitt durch ein Abdominalsegment im Stadium I (halbschematisch); 25a eine Borste.

Fig. 26. Querschnitt durch ein Abdominalsegment im Stadium II (nach der Natur); 26a eine Borste.

Fig. 27. Eine Warze des hintersten Abdominalsegments im Stadium IV.

Fig. 28 und 29. Melitaea Marcia.

Fig. 28. Eine Borste im Stadium I.

Fig. 29. Querschnitt durch ein Abdominalglied im Stadium III.

Fig. 30—32. Melitaea Nycteis.

Fig. 30. Eine Borste im Stadium I.

Fig. 31. Warze von einem Abdominalsegment im Stadium II.

Fig. 32. Warze vom Stadium IV (d. ersten nach der Ueberwinterung).

Fig. 33. Melitaea Tharos.

Fig. 33. Eine Borste vom Stadium I.

Fig. 34 und 35. Argynnis Myrinna.

Fig. 34. Eine Borste vom Stadium I.

Fig. 35. Eine Warze vom Stadium II.

Ueber die Kerntheilung

bei

Actinosphaerium Eichhorni.

Von

Dr. Richard Hertwig

in Bonn.

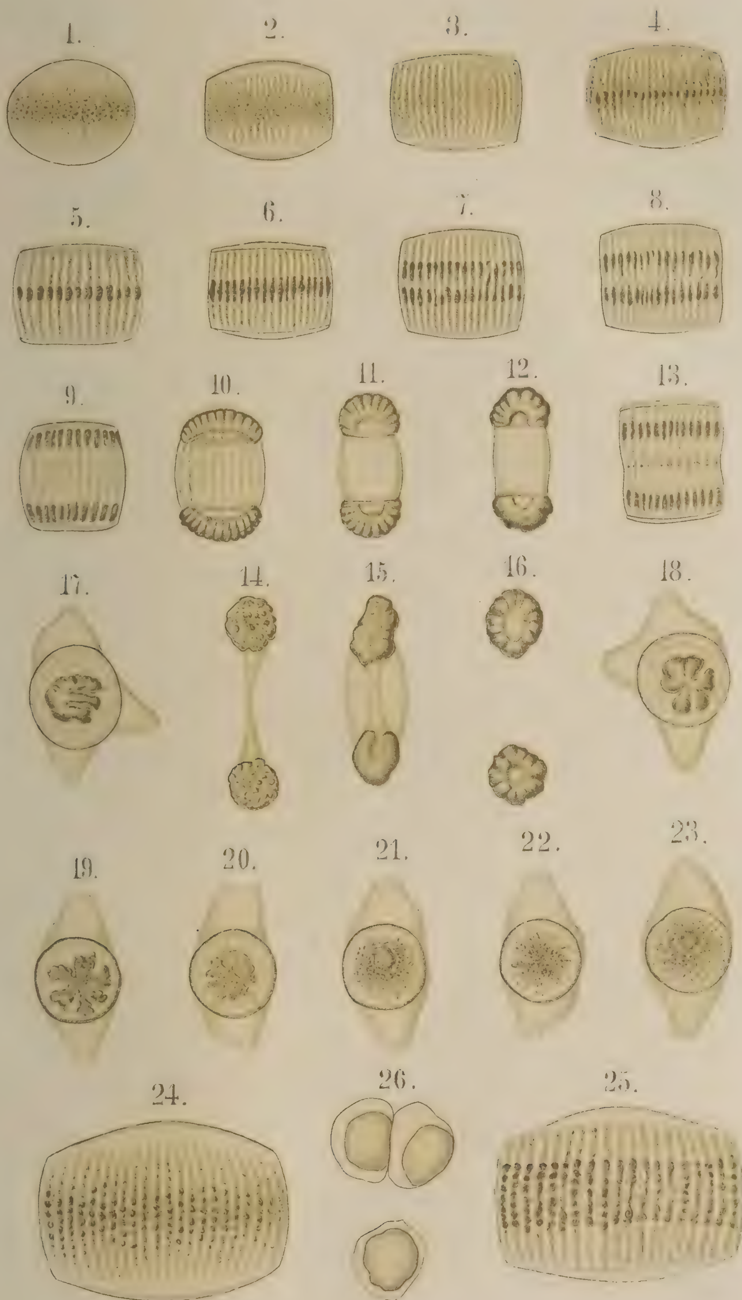
Hierzu Taf. IX und X.

Als ich im November 1882 in den zoologischen Uebungen zu Königsberg den Bau von Actinosphaerium Eichhorni erläuterte, fiel mir an einem der zur Untersuchung verwandten Exemplare das eigenthümliche Aussehen einer Anzahl von Kernen auf. Bei näherer Prüfung zeigte es sich, dass die meisten Kerne des Thieres in Theilung begriffen waren, dass die Figuren, welche dabei entstehen, mehr als bei irgend einem anderen Protozoen an die Bilder erinnern, welche man bei der Theilung von Eizellen und Pflanzenzellen erhält, endlich dass Actinosphaerium Eichhorni vermöge seiner Durchsichtigkeit und seiner Lebenszähigkeit ein ganz aussergewöhnlich günstiges Object ist, um am lebenden Thier die Kerntheilung im Zusammenhang zu verfolgen. Durch diese Ergebnisse einer ersten und oberflächlichen Untersuchung wurde ich bestimmt, dem interessanten Object auch weiterhin meine Aufmerksamkeit zu widmen.

Die Beobachtung wurde mir durch den grossen Reichthum des mir zu Gebote stehenden Materials wesentlich erleichtert. In den Gräben, welche sich den Ufern des Pregels entlang durch die westlich von Königsberg gelegenen Wiesen ziehen, gehört das Actinosphaerium Eichhorni zu den häufigsten Vorkommnissen. In



Gustav Fischer


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
17.
14.
15.
16.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
26.
25.

meinen Aquarien hatte ich Hunderte von Exemplaren, welche sich während des ganzen Winters lebend erhielten und sich in gleichem Maasse vermehrten, als ich sie zur Untersuchung aufbrauchte.

Die Kerntheilung ist ein Process, der im Allgemeinen selten bei unserem Rhizopoden einzutreten scheint und sich dann in ziemlich rascher Aufeinanderfolge an den meisten Kernen des Thiers abspielt. Daraus erklärt es sich, dass er bisher nicht hat verfolgt werden können, trotzdem das Actinosphaerium wiederholt zum Gegenstand sehr eingehender Studien gemacht worden ist. Nur ganz neuerdings hat Gruber bei einem einzigen in Chromsäure abgetödteten Exemplar Kerntheilungsbilder gefunden und ist bei der Schilderung derselben und noch mehr bei ihrer Deutung zu Resultaten gekommen, welche wie ich weiter unten zeigen werde, in wichtigen Punkten von den meinigen sehr erheblich abweichen; aber auch seine Versuche, die mehr zufällig gemachten Beobachtungen durch Untersuchung weiteren Materials zu ergänzen, sind erfolglos geblieben, da es ihm nicht gelang, geeignete Stadien zu erhalten. Ich habe mich daher bemüht, ausfindig zu machen, ob nicht der Verlauf und das Eintreten der Theilung von äusseren Umständen beeinflusst würde, ob etwa die Vorgänge durch Belichtung oder auch umgekehrt durch Verdunkelung, durch Wärme oder Abkühlung ausgelöst oder durch gute Ernährung angeregt werden könnten. Ich bin dabei zu keinem Resultat gelangt mit Ausnahme des Einen, dass Kerntheilungen im Winter häufiger und leichter zu beobachten sind, als im Sommer. So blieb mir denn nichts Anderes übrig, als den mühsamen Weg wiederholter Beobachtung zahlreicher Exemplare einzuschlagen. Ich habe an manchen Tagen über 100 Thiere durchmustert, jedes einzelne zu wiederholten Malen in Zwischenräumen von 1—2 Stunden. Um diese Arbeit rasch durchführen zu können muss man die Thiere stark durch allmählige aber ausgiebige Compression abplatten und durchsichtig machen. Die Actinosphaerien vertragen diese Behandlung, wenn sie vorsichtig durchgeführt wird, ganz ausgezeichnet, man kann zu wiederholten Malen dasselbe Exemplar so sehr abplatten, dass seine Dicke nicht grösser ist als der Durchmesser eines Kernes, dass jeder Kern somit untersucht werden kann, ohne dass eine erheblichere über ihn gelegene Protoplasmalage das Bild trübt. Man erreicht das am leichtesten mittelst eines Verfahrens, welches sich überhaupt bei der Unter-

suchung kleiner und zarter Objecte sehr empfiehlt und ganz besonders auch zum Unterricht in den zoologischen Uebungen geeignet ist. Man bedeckt das Object mit einem Deckgläschen mit Wachsfüsschen, drückt dann mit einer heissen Nadel abwechselnd auf die einzelnen Füsschen, wodurch der schmelzende Wachstropfen abgeplattet wird, bis die nöthige Dünnheit der Wachsschicht erreicht ist. Wenn man sich einmal ein solches zu stärkster Compression geeignetes Deckgläschen zubereitet hat, kann man es auch direct gebrauchen, nur muss man es vorsichtig auflegen und einen grossen Wassertropfen anwenden, welcher das Deckgläschen balancirt. Der nöthige Grad der Compression wird dann dadurch, dass man einen Theil des Wassers durch Fliesspapier entfernt, herbeigeführt.

Durch Anwendung des geschilderten Verfahrens habe ich etwa 40 Actinosphaerien mit Kerntheilung in den Monaten November und December 1882 und Januar 1883 aufgefunden. Dieses relativ reiche Material hat es mir möglich gemacht, zu wiederholten Malen die Kerntheilung von Anfang bis zu Ende am lebenden Thiere zu verfolgen, sowie auch die verschiedensten Stadien mit Reagentien zu behandeln. Ich habe die Reagentienbehandlung sogar in der mannichfachsten Weise variiren und dabei controliren können, welche Art der Behandlung die naturgetreusten Bilder liefert. Ich bin dabei zu dem Resultat gekommen, dass bei Actinosphaerium keine befriedigende Conservirung erzielt werden kann, wenn man dem Reagenz nicht so viel Osmiumsäure zusetzt, dass eine erhebliche Osmiumwirkung erzielt wird. Die besten Praeparate erhielt ich mittelst reiner Osmiumsäure (1—2 %), Osmium-Chromsäure (Gemisch von 1—2 % Osmiumsäure und 0.5 % Chromsäure), ganz besonders aber mittelst Osmium-Essigsäure (Gemisch von 1—2 % Osmiumsäure und 2 % Essigsäure). Um die Schwärzung zu verhüten habe ich entweder mit Picrocarmin oder Beale'schem Carmin gefärbt oder mit 2 % Kali bichromicum-Lösung ausgewaschen und dieses wieder durch häufiges Ausspülen mit destillirtem Wasser entfernt. Praeparate, welche mit Osmium-Essigsäure und später mit Kali bichromicum behandelt waren, ergeben namentlich bei Aufhellung in verdünntem Glycerin Bilder, welche dem Leben am meisten ähneln. Neben ihnen verdient die Behandlung mit Osmium-Essigsäure-Picrocarmin empfohlen zu werden, während das Beale'sche Carmin schadet, weil es Quellung veranlasst.

Ausserdem habe ich 1—2 % Essigsäure, 0,1—0,5 % Chromsäure und Kleinenberg's Picrin-Schwefelsäure wiederholt angewandt, ohne sonderlich mit ihnen zufrieden zu sein. Namentlich kann ich nicht in das Lob einstimmen, welches in der Neuzeit von Flemming der Wirkungsweise der Chromsäure gespendet worden ist, da sie bei Actinosphaerium wenigstens die Gestalt des Kerns zur Zeit der Theilung verändert und unregelmässige Gerinnungen veranlasst. Nachträgliche Färbung mit Safranin hat mir ebenfalls keine guten Praeparate geliefert. Zum Theil war dieser Misserfolg vielleicht durch die Beschaffenheit des angewandten Safranins bedingt, zum Theil aber jedenfalls auch durch die Ungunst des Objects. Das Ungünstige bei dem Actinosphaerium liegt besonders darin, dass das Protoplasma sich mit Annilin intensiv färbt, was zur Folge hat, dass das ganze Thier sehr undurchsichtig wird. Wäscht man dagegen lange mit Alkohol aus, so leidet die Kernfärbung. Wer trotzdem sich der Anilinmethode bedienen will, muss das Thier zerzupfen oder noch besser durch Druck auf das Deckgläschen zerquetschen, nachdem das Thier in Canadabalsam eingebettet worden ist. Nicht selten gelingt es, auf diese Weise einzelne Kerne und Kernspindeln zu isoliren, welche viel leichter zu untersuchen sind. Isolation durch Druck und Zerzupfen habe ich übrigens auch in dem Falle vorgenommen, wo das Präparat wie z. B. bei Osmiumsäure-Behandlung genügend durchsichtig bleibt, da das Bild an Schärfe und Klarheit ausserordentlich gewinnt, wenn es nicht theilweise durch das protoplasmatische Vacuolengerüst verdeckt wird.

Nachdem ich mit meinen Untersuchungen über die Kerntheilung zur Klarheit gekommen war, zum Theil auch schon vorher, habe ich die Structur des ruhenden Kernes zu erforschen gesucht. Von einem ruhenden Kern kann man streng genommen nicht reden, weil auch in den Zwischenräumen zwischen zwei Theilungen die Kerne beständigen Veränderungen unterliegen, nur dass dieselben sich äusserst langsam vollziehen. Man kann ihren Zusammenhang daher nicht durch directe Beobachtung feststellen, sondern muss die neben einander auftretenden Zustände combiniren und daraus sich von der Umwandlung der Kernformen ein Bild entwerfen.

1. Der Bau des ruhenden Kerns.

Während man in früheren Zeiten für die verbreitetste Form des Kerns ein Bläschen hielt, von welchem ein kleineres Körperchen, der Nucleolus, umschlossen wird, ist man in der Neuzeit im Gegentheil bemüht, die Existenz einer solchen Kernform in Abrede zu stellen oder ihr Auftreten als etwas Aussergewöhnliches hinzustellen. Mehr und mehr macht sich die Ansicht geltend, dass der Kern ein Bläschen sei, welches von einem Gerüst oder auch einem vielfach verschlungenen Faden von Kernsubstanz durchsetzt wird. Bei den Rhizopoden fällt es nun leicht, die viel umstrittene uninucleoläre Kernform als etwas sehr häufiges bei vielen Heliozoen und den meisten Monothalamien (z. B. Arcella vulgaris) nachzuweisen. Auch bei Actinosphaerium habe ich mich von ihrer Existenz überzeugt, obwohl sie hier dem Beobachter nur selten entgegentritt, offenbar, weil sie einen rasch vorübergehenden Zustand darstellt.

Die Kerne des Actinosphaerium findet man, wie schon frühere Beobachter angeben, leicht auf, wenn man den Tubus des Microscops vorsichtig und allmählich senkt. Kurz bevor man den Punkt der schärfsten Einstellung erreicht hat, leuchten sie dem Beobachter als matt glänzende weissliche Stellen entgegen. Weniger auffällig sind sie, wenn man genau auf ihre optischen Durchschnitte einstellt; dann machen sie mehr den Eindruck von Vacuolen, welche in einem dichteren Protoplasma eingeschlossen sind. Ihre Umgrenzung ist scharf gezogen, was von der Anwesenheit einer Kernmembran herrührt. Letztere wird namentlich bei Behandlung mit Reagentien sehr deutlich, sie erscheint zwar auch dann nicht derb, aber doch dick genug, um die Bezeichnung doppeltcontourirt zu verdienen. Ihre Anwesenheit erleichtert es wesentlich, die Kerne beim Zerzupfen zu isoliren.

Wenn wir von den Kernkörperchen einstweilen absehen, so erscheint der Inhalt der Kernvacuolen im frischen Zustand vollkommen durchsichtig und homogen, als würde er von einer wasserklaren Flüssigkeit gebildet. Erst nach der Behandlung mit Reagentien wird eine Structur erkennbar, indem man nun in dem Zwischenraum zwischen dem Nucleolus und der Kernmembran sehr kleine Körnchen erblickt, welche untereinander gleich, dicht gedrängt und in gleichen Abständen vertheilt sind. In Carmin färbt

sich die betreffende Partie des Kerns matt rosa, auf Safraninpräparaten bleibt sie vollkommen farblos.

Man kann zweifelhaft sein, ob man hier eine normale Structur vor sich hat, welche im frischen Zustand nicht sichtbar ist und nur durch Reagentien deutlich gemacht wird, oder ob es sich um Kunstproducte handelt. Lange Zeit über habe ich selbst letzteres angenommen und die Ansicht gehabt, dass die Kernvacuole von Kernsaft erfüllt sei, welcher Eiweisssubstanzen in sich gelöst enthält, dass diese Eiweisssubstanzen durch die angewandten Reagentien zur Gerinnung gebracht und ausgefällt werden und die gleichmässige Körnelung hervorrufen. Aus später zu erörternden Gründen bin ich jetzt viel mehr geneigt, die Körnelung auf eine normale Structur des Kerns zu beziehen und als den optischen Ausdruck eines Gerüstes von achromatischer Kernsubstanz aufzufassen. In den Maschen des Kerngerüsts würde dann noch eine klare Füllmasse, wohl am besten Kernsaft, anzunehmen sein.

Im Centrum des Kerns liegt der Nucleolus; seine Contour ist scharf gezeichnet und fast stets durch einen Zwischenraum von der Wandung der Kernvacuole getrennt. Kann man schon aus letzterer Erscheinung mit einiger Sicherheit den Schluss ziehen, dass er für gewöhnlich nicht etwa einseitig der Kernwand angeschmiegt ist, so wird diese Deutung zur Gewissheit erhoben, wenn man isolirte Kerne durch Verschieben des Deckgläschens rotiren lässt. Denn auch dann kann man eine trennende Zone allseitig erkennen und nur ausnahmsweise eine Berührung des Nucleolus mit der Kernmembran constatiren.

Bei der Untersuchung des Nucleolus habe ich wiederholt gesehen, dass er aus zwei verschiedenen und scharf von einander getrennten Substanzen besteht, welche man am leichtesten im frischen Zustand, schwieriger bei Anwendung von Reagentien unterscheidet und die ich im Folgenden als Nuclein und Paranuclein bezeichnen werde. Die eine Substanz, das Nuclein, ist stark lichtbrechend, gerinnt in Chrom- und Essigsäure, dunkelt bei Osmiumsäurebehandlung und färbt sich intensiv in Carmin; man kann sie daher auch in Uebereinstimmung mit Flemming Chromatin nennen. Die andere Substanz, das Paranuclein, welche an Masse ausserordentlich viel geringer ist als jene, ist beim lebenden Thier sehr durchsichtig und zart contourirt und kann daher leicht übersehen werden; sie bleibt in Carmin farblos und wird auch bei der Anwendung von Osmiumsäure, Chromsäure und Essigsäure nicht schärfer contourirt. Die Behandlung mit Reagentien trägt daher

eher dazu bei, den zweiten geformten Bestandtheil undeutlicher zu machen, da dann die oben beschriebene Körnelung des Kerns auftritt und ihn verdeckt. Am besten konnte ich die Substanz zur Anschauung bringen, wenn ich verdünntes Beale'sches Carmin sehr kurze Zeit auf Osmiumsäure-Präparate einwirken liess, gerade nur so lang, als nöthig war, um eine matte rosa Färbung des Nucleolus zu bewirken und die Osmiumschwärzung zu verhindern. Aber auch dann war es immer nur ein Theil der Kerne, welcher die Structur zeigte.

Die Gestalt des Nucleolus ist sehr erheblichen Schwankungen unterworfen. Selten ist er kugelrund (Taf. IX, Fig. 1). Dann besteht die Hauptmasse aus Nuclein und nur an einem Ende der Kugel fehlt ein Stück, als ob ein Theil durch einen Querschnitt entfernt worden wäre. Hier sitzt nun, die Kugel ergänzend, ein calottenförmiges Stück von Paranuclein auf und ist nicht selten mit einem kleinen Spitzchen in eine Einkerbung der Nucleinkugel eingelassen (Fig. 2). Wenn die Einkerbung tiefer und ansehnlicher ist, so nimmt die Nucleinmasse eine bisquit- oder hantelförmige Gestalt an, indem zwei Endanschwellungen entstehen, welche durch ein gekrümmtes Verbindungsstück zusammenhängen (Fig. 3); gleichzeitig bildet das Paranuclein ein schwach gekrümmtes Stäbchen, dessen Krümmung zur Krümmung der Nucleinmasse senkrecht gestellt ist und in sie eingreift wie zwei Kettenglieder mit ihren Enden in einander eingreifen (Fig. 4). Aus diesem Bild lassen sich zwei andere Bilder mit Leichtigkeit ableiten. Wenn man sich die Anschwellungen der Hantelköpfe verschmolzen denkt, so entsteht eine Nucleinscheibe mit einer excentrischen Oeffnung, einer Art Vacuole, in welche das Paranucleinstäbchen hineinragt (Fig. 5). Der Kernkörper gewinnt dann das Aussehen, welches mein Bruder vom Nucleolus des Seesterneies abgebildet hat, zur Zeit, wo das Keimbläschen anfängt sich aufzulösen und die Umgestaltungen beginnen, welche der Bildung der Richtungsspindel vorangehen.

Auf der anderen Seite kann das verbindende Stück der Hantel feiner werden und schliesslich ganz schwinden, so dass sich zwei Nucleoli bilden, welche von einander durch ein queres Stäbchen von Paranuclein getrennt werden. Die beiden Stücke besitzen in allen meinen Präparaten verschiedene Grösse; gewöhnlich ist das eine sogar ganz erheblich kleiner als das andere. Hiermit beginnen die plurinucleolären Kerne (Fig. 6—8), wie sie für gewöhnlich beim Actinosphaerium beobachtet werden.

Die Zahl der Nucleoli bei den plurinucleolären Kernen unterliegt vielfachen Schwankungen. Verhältnissmässig selten beträgt sie 3, häufiger dagegen 4, welche sich um das Körperchen von Paranuclein herum gruppiren. Letzteres besitzt dann häufig nicht mehr die Form eines Stäbchens, sondern ist rundlich und zeigt Spitzen, welche zwischen die Nucleoli vorragen. Gar nicht selten begegnet man dem in Figur 11 dargestellten Bild. Das Paranucleinkörperchen sieht aus, als bestände es aus 2 sehr kleinen Stäbchen, welche wie 2 Schenkel gekreuzt sind; die Nucleoli liegen an den Spitzen der Schenkel und etwas seitlich von ihnen.

Wir kommen jetzt zur Besprechung der Kernformen, welche man den grössten Theil des Jahres über und am häufigsten beobachtet und welche daher von früheren Forschern am meisten beschrieben worden sind. Im Innern des Kerns liegt ein Haufe von 6—20 Nucleoli, welche um so kleiner sind, je grösser ihre Zahl. Man möchte oft sagen, dass der Nucleolus in kleine Körnchen zerstäubt sei. Hier ist es sehr schwer festzustellen, was aus dem Paranuclein geworden ist, und nur durch viele und genaue Untersuchungen bin ich zu dem Resultat gekommen, dass es als ein Korn im Centrum des Haufens von Kernkörperchen enthalten ist, dass es mit einem feinen Fortsatz an jedes derselben herantritt und alle somit unter einander zu einer Rosette vereinigt (Fig. 12—15). Für diese Ansicht spricht unter Anderem auch die Gestalt der Nucleoli, welche keulenförmig sind, das dicke Ende nach aussen und das feinere centralwärts gewandt. Das centrale Ende zieht sich zu einem immer undeutlicher werdenden Faden aus. Ausserdem erklärt sich auch die Anordnung der Nucleoli, welche sich meistens in einem Kranz um das Kerncentrum gruppiren, während dieses selbst von ihnen frei ist (Fig. 16, 17). Wenn der Kranz nach einer Seite offen bleibt, so resultirt eine fächerförmige Anordnung wie in Figur 13 oder die Nucleoli liegen links und rechts vom Centrum in zwei Reihen vertheilt.

Dass die bisher geschilderten Zustände des Kerns aus einander hervorgehen und dass sie dabei im Allgemeinen sich an einander reihen, wie ich es angenommen habe, kann wohl kaum bezweifelt werden. Schwieriger ist es zu entscheiden, in welcher Richtung der Umbildungsprocess vor sich geht. Ich bin zur Ansicht gekommen, dass die Richtung genau derjenigen entgegengesetzt ist, welche ich bei der Schilderung aus Zweckmässigkeitsgründen gewählt habe. Die staubförmigen Nucleoli sind ursprünglich vor-

handen, erst allmählich vereinigen sie sich zu grösseren Stücken, bis endlich nur ein einziger Nucleolus und Paranucleolus gegeben ist; dann tritt die Theilung ein, über welche ich im nächsten Abschnitt sprechen werde.

Die Beschreibung des ruhenden Kerns kann ich nicht beschliessen, ohne Beobachtungen zu erwähnen, welche ich an sehr verschiedenen Kernen, aber stets nur nach Behandlung mit Reagentien gemacht habe. Ich fand im geronnenen Kernsaft farblose, kleinste, stark lichtbrechende Körnchen in geringer Zahl. Sie schienen untereinander und mit dem Nucleolus durch zarte Fäden zusammenzuhängen; sie erinnerten mich an eine Structur, welche ich auch im Keimbläschen junger Froscheier einmal gelegentlich gesehen habe. Wahrscheinlich gehören die Körnchen und Fäden ebenfalls dem Paranuclein zu (Fig. 18). Auf ihre Deutung komme ich später noch einmal zurück, wenn ich die Frage erörtere, wie sich die als Paranuclein beschriebenen Kerntheile zu der gleich anfänglich besprochenen Körnelung verhalten.

Literatur. Eine genaue und erschöpfende Darstellung der verschiedenen Kernformen des Actinosphaerium ist bisher noch nicht gegeben worden; in der Literatur liegen daher zur Zeit nur Angaben vor, welche einander zu widersprechen scheinen, da der eine Forscher vorwiegend diese, der andere jene Kernform zu Gesicht bekommen hat. M. Schultze[1]) hat nur Kerne oder, wie er selbst sich ausdrückt, Zellen, mit 2—8 Nucleoli, welche letztere er für die Kerne hielt, gesehen. Kölliker[2]) und später F. E. Schulze[3]) sprechen dagegen nur von uninucleolären Kernen. Letzterer kam zu dem Resultat, dass bei Behandlung mit destillirtem Wasser oder sehr verdünnter Essigsäure ein „im lebenden Thiere stets nur als eine zusammenhängende Masse erscheinender Körper oft in zwei oder mehr einzelne Klumpen zerfällt" und neigt zur Annahme, dass sich so die Angaben über das Auftreten von vielen Nucleoli im Kern erklären. Bei einer mit E. Lesser[4])

[1]) M. Schultze, Das Protoplasma der Rhizopoden und Pflanzenzellen. Ein Beitrag zur Theorie der Zelle. Leipzig 1863. p. 36.

[2]) Kölliker, Ueber Actinophrys sol. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. I p. 200.

[3]) F. E. Schulze, Rhizopodenstudien. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. X.

[4]) R. Hertwig und E. Lesser, Ueber Rhizopoden und denselben nahe stehende Organismen. Archiv f. mikroskop. Anatomie Bd. X Suppl.

gemeinsam ausgeführten Untersuchung der Actinosphaerium-Kerne hatten wir am lebenden Thier auch nur uninucleoläre Kerne aufgefunden; dagegen bezogen sich unsere Angaben über eine grössere Zahl von Nucleoli auf Thiere, welche mit Essigsäure behandelt waren, so dass der Einwand, es handele sich um einen künstlich durch Reagentien herbeigeführten Zerfall des einfachen Nucleolus nicht ausgeschlossen war. In der Neuzeit endlich hat Gruber[1]) die ruhenden Kerne, von Actinosphaerium beschrieben und abgebildet, aber in einer Weise, die ich schwer mit den Resultaten meiner Untersuchung vereinbaren kann. Ich glaube nicht, dass die uninucleolären Kerne Gruber's dasselbe sind, wie die von mir unter diesem Namen beschriebenen. Letztere sind grosse Kerne, von denselben Durchmessern wie die übrigen Kerne; erstere sollen wesentlich kleiner sein. Ich kann mir nur denken, dass Gruber die feingranulirten kleinen Kerne, welche aus der Theilung hervorgehen und später von mir besprochen werden sollen — dieselben zeigen ungefähr die Grössenverhältnisse und die Vertheilung wie in Gruber's Figur 2 — vor sich gehabt und den ganzen Kern für den Nucleolus gehalten hat. Unter dieser Vorraussetzung ist der helle Hof, welchen Gruber zeichnet, ein Kunstproduct, wie das sicher bei den Kerntheilungsfiguren der Fall ist, um welche Gruber ebenfalls einen thatsächlich nicht existirenden Hof angiebt. Ist diese Annahme richtig, dann hat Gruber uninucleoläre Kerne überhaupt nicht gesehen, ebensowenig wie die Kerne mit 2—4 Nucleoli.

2. Die Theilung der Kerne.

Die ersten Stadien der Kerntheilung von Actinosphaerium sind schwer aufzufinden, weil die Umlagerungen der Kernsubstanz, welche die Theilung vorbereiten, wenig in die Augen fallen und in Folge dessen leicht übersehen werden. Dieser Umstand kommt um so mehr in Betracht, als es ohnehin nur selten gelingt, Theilungsstadien zu beobachten. Sehr frühe Stadien der Kerntheilung habe ich überhaupt nur zweimal angetroffen, das eine Mal bei einem schon abgetödteten Exemplar, das andere Mal bei einem

---

[1]) Gruber, Ueber Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoen. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXXVIII p. 375.

lebenden Actinosphaerium, welches ich auch frühzeitig abtödtete, um die wichtigen Kernformen in Musse untersuchen zu können.

Das an zweiter Stelle genannte Actinosphaerium besass zahlreiche uninucleoläre Kerne. Was mich sofort erkennen liess, dass die Kerntheilung sich vorbereite, war das Verhalten des Protoplasma, welches anfing sich im Umkreis des Kernes als eine homogene Masse anzusammeln. Bei vielen Kernen zeigte das homogene Protoplasma eine deutlich polare Anordnung, indem es sich an 2 entgegengesetzten Enden der Kernvacuole besonders reichlich angehäuft hatte und sich hier zu zwei kegelförmigen Aufsätzen erhob. Kern und Protoplasma erzeugten gemeinsam einen spindelförmigen Körper mit abgerundeten Enden, dessen Länge etwa doppelt so gross war wie die Breite. Die Kernvacuole lag genau in der Mitte der Spindel und füllte dieselbe aus, da ihr Durchmesser nahezu gleich gross war wie die Breite der Spindel. Bei den Kernen des anderen Actinosphaerium war die polare Anordnung des Protoplasma erst in der Entwicklung begriffen. Die Menge des um den Kern sich anhäufenden Protoplasma war zwar schon bedeutend, der dadurch veranlasste Hof hatte aber noch eine unregelmässige und bei den einzelnen Kernen verschiedene Gestalt, indem er bald hier, bald dort Verdickungen bildete.

Zum Theil war im Inneren des Kerns der einfache Nucleolus noch fast ganz unverändert, wenn wir davon absehen, dass seine Umrisse anfingen, unregelmässig höckerig zu werden. Meist aber waren erheblichere Veränderungen eingetreten. Das Kernkörperchen war tief eingeschnürt und in Lappen zerfallen und mit abgelösten Körnchen umgeben, seine Contouren nicht mehr so deutlich wie früher; oder es war mehr oder minder vollständig in einen Körnchenhaufen aufgelöst, in dem zuweilen noch ein grösseres, noch nicht in Körnchen umgewandeltes Stück des Nucleolus zu sehen war.

Die Beobachtung der soeben beschriebenen Bilder ist für mich Veranlassung zu der schon geäusserten Ansicht, dass der uninucleoläre Zustand aus dem multinucleolären durch Verschmelzung der Nucleoli hervorgeht und dass er Ausgangspunkt für die Kerntheilung wird. Ueberraschend sind hierbei die frühzeitigen Veränderungen des Protoplasma, um so überraschender als die Kerntheilung bei Actinosphaerium nicht zur Zelltheilung führt. Man könnte hieraus folgern, dass der Anstoss zur Kerntheilung vom Protoplasma ausgehe, dass erst durch die polare Anordnung des

letzteren die polare Differenzirung der Kernsubstanz hervorgerufen werde. Indessen kann man auch die Beobachtungen in einem ganz anderen Sinne verwerthen und zur Ansicht gelangen, dass im Kern frühzeitig eine Polarität vorhanden ist, bevor sie noch in seiner Structur zum Ausdruck gelangt, dass dieselbe sogar schon auf diesem Stadium Einfluss auf die Gruppirung des Protoplasma gewinnt. Welche von beiden Auffassungen die richtige ist, lässt sich durch Erörterung des einzelnen Falles nicht entscheiden; man muss da die Gesammtheit der bei den Kerntheilungen beobachteten Erscheinungen in's Auge fassen. Diese scheinen mir dem Kern die leitende Stellung anzuweisen und somit für die zu zweit genannte Auffassung zu sprechen.

Die Protoplasmakegel — so werde ich im Folgenden die polaren Ansammlungen homogenen Protoplasmas nennen — bleiben unverändert während fast der gesammten Kerntheilung bestehen und bilden sich erst spät zurück; ich kann sie daher bei der Beschreibung der nächsten Stadien mit Stillschweigen übergehen und mache hier nur darauf aufmerksam, dass sie leicht zu irrthümlichen Deutungen Veranlassung geben können. Da der Kern thierischer und pflanzlicher Zellen bei der Theilung in den meisten Fällen eine Spindelgestalt annimmt, so könnte man geneigt sein, auch beim Actinosphaerium auf späteren Stadien die Protoplasmaspindel zum Kern zu rechnen, um so mehr, als sie sich in Carmin ziemlich intensiv färbt. Das Irrthümliche dieser Anschauung ist nun nicht allein durch die Beobachtung der geschilderten frühen Stadien dargethan, sondern auch durch die Thatsache, dass das Protoplasma continuirlich in die umgebenden Trabekeln des schaumigen Körpers der Actinosphaerien übergeht. Um das zu beweisen, braucht man nur die Protoplasmaspindel nach der Erhärtung in Osmiumsäure durch Zerzupfen zu isoliren, wie das bei dem in den Figuren 35 und 36 auf Tafel IX abgebildeten Exemplar auf einem vorgeschrittenen Stadium der Kerntheilung geschehen ist. Auch ist der Contour des Kerns gegen die Protoplasmaaufsätze allzeit deutlich erkennbar.

Alle von jetzt ab folgenden Stadien der Kerntheilung habe ich an relativ zahlreichen Exemplaren beobachten und einer genaueren Untersuchung unterwerfen können. Denn wenn auch während der unmittelbar sich anschliessenden Veränderungen die Kerne nichts besonders Auffälliges zeigen, so findet sich doch zwischen ihnen immer eine Anzahl anderer Kerne, welche in der Theilung schon weiter vorgeschritten sind und dabei charakteri-

stische Gestalten angenommen haben, die auch bei oberflächlicher Beobachtung sofort die Anwesenheit von Theilungsprozessen erkennen lassen.

Ich habe daher wiederholt von jetzt ab die Kerntheilung am lebenden Thier und im Zusammenhang bis zu Ende verfolgen können; leider habe ich verabsäumt, die Zeit zu bestimmen, welche der ganze Process für sich in Anspruch nimmt; aus der Erinnerung schätze ich sie etwa auf $1^1/_2$ Stunden.

Nachdem der Nucleolus zerfallen ist, macht der Kern, im frischen Zustand untersucht, den Eindruck eines soliden Körpers, einer Kugel, welche aus feinen, dicht aneinander gestellten und durch das ganze Innere gleichmässig vertheilten Körnchen besteht (Taf. IX Fig. 19). Die Körnchen werden immer feiner, so dass man nichts als eine ausserordentlich zarte Punktirung wahrnimmt (Fig. 20). Nun fangen die oberflächlichen Partieen an, sich allmählich aufzuklären und homogen zu werden; die sich bildende helle Schicht ist anfänglich ringsum gleich breit (Fig. 21), sie wird aber schon frühzeitig breiter an den Polen, welche durch die Protoplasmakegel von Anfang an kenntlich gemacht sind (Fig. 22); hier bleibt sie allein bestehen, während in der Gegend des Aequators die homogene Masse wieder verschwindet. Der Kern setzt sich daher jetzt zusammen aus einem feinkörnigen Mittelstück und zwei homogenen Endstücken von der Gestalt von Kugelmützen, welche gegen das Mittelstück nur undeutlich abgegrenzt sind. Eine scharfe Grenze tritt erst später auf, wenn das Mittelstück sich weiterhin differenzirt hat. In ihm entwickelt sich nämlich ein dunkles, anfänglich nach beiden Kernenden hin verwaschenes (Fig. 23), später scharf gezogenes queres Band (Fig. 24), als der Ausdruck einer äquatorialen Lage, der Kernplatte; der übrige Theil der feinkörnigen Masse nimmt in der Nachbarschaft der Pole eine streifige Beschaffenheit an und setzt sich von den homogenen Enden um so schärfer ab, je deutlicher die einzelnen Streifen werden. Die homogenen Enden, welche mit den Protoplasmaaufsätzen nicht verwechselt werden dürfen, da sie Theile des Kerns selbst sind, nenne ich Polplatten. Sie sind zwar wesentlich schmäler als früher geworden, aber sowohl von dem Protoplasma wie von den übrigen Theilen des Kerns durch äusserst scharfe Contouren getrennt. Dagegen ist es nicht möglich, sie von der Kernmembran zu unterscheiden, sie sehen wie verdickte Partieen derselben aus. Die besprochene Streifung dehnt sich allmählich nach den äquatorialen Partieen des Kerns aus, bis die

einzelnen Streifen durch die Kernplatte hindurch sich als feingekörnte parallele Linien von einer Polplatte bis zur entgegengesetzten erstrecken.

Inzwischen hat sich auch die Gestalt des Kerns verändert, seine Längsaxe hat sich verkürzt, seine Breite zugenommen; am breitesten wiederum ist er genau in der Gegend des Aequators, als ob er hier durch die in Bildung begriffene Kernplatte auseinandergedrängt würde. Die Polplatten haben dagegen die Gestalt äusserst niedriger breitbasiger Kegel.

Während der nächsten Stadien erhalten sich die beiden Polplatten nahezu unverändert, und nur an der Kernplatte spielen sich wichtige Umgestaltungen ab. Sie wird dunkler, schärfer contourirt nnd nimmt an Dicke zu, wobei ich als Dicke ihre Ausdehnung nach der Axe des Kerns verstehe (Fig. 25); zugleich wird auch eine feinere Structur an ihr immer deutlicher. Eine zarte, sehr regelmässige Streifung parallel der Längsaxe des Kerns weist darauf hin, dass die Platte aus lauter Stäbchen besteht, welche dicht neben einander gestellt sind, wie die Stiftchen eines Mosaiks, dann spaltet sich die Kernplatte der Quere nach in 2 Theile, die Seitenplatten (Fig. 26). Dieser wichtige, in der Neuzeit vielfach in Abrede gestellte Vorgang lässt sich beim Actinosphaerium durch directe Beobachtung feststellen. Inmitten der Kernplatte bildet sich eine helle Partie aus, welche sich rasch vergrössert und als querer äquatorialer Spalt den ganzen Kern durchsetzt. Die Spaltungsproducte der Kernplatte oder die Seitenplatten stimmen mit dieser, wie es nach ihrer Entwickelungsweise sich nicht anders erwarten lässt, vollkommen im feineren Bau überein und erwecken gleichfalls den Eindruck, als wären sie aus kleinen in querer Richtung zusammengefügten Stiftchen gebildet, nur mit dem Unterschiede, dass die Stiftchen wesentlich kürzer sind. Indem der äquatoriale Spalt sich erweitert, weichen die beiden Seitenplatten nach den Kernpolen zu auseinander. Dabei dehnt sich die Längsstreifung des Kerns in undeutlicher Weise auch auf die zwischen den Seitenplatten gelegene Partie aus.

Mit der Spaltung der Kernplatte beginnt von Neuem eine Veränderung der Kerngestalt, welche sich nun wieder in die Länge streckt unter entsprechender Abnahme der Breite. War früher der Kern im Aequator besonders hervorgetrieben, so kann er jetzt in derselben Gegend vorübergehend eine leichte Einschnürung erfahren. Die Längsstreckung des Kerns nimmt langsam zu bis zur Zeit der Theilung; mit ihr combinirt sich eine leichte band-

förmige Abplattung des Kerns und später auch eine schwache Krümmung über eine seiner Breitseiten.

Die beiden Seitenplatten sind kurz nach ihrer Entstehung von ebenen und parallelen Flächen begrenzte Scheiben. Je mehr sie aber auseinander weichen (Fig. 27), um so mehr krümmen sie sich schüsselförmig, weil sie sich in ihren mittleren Partieen rascher von einander entfernen als in der Peripherie; da sie ausserdem rascher auseinander weichen als sich der Kern streckt, gelangen sie bald an die Kernpole und verschmelzen hier so innig mit den Polplatten (Fig. 28), dass beiderlei Substanzen sich durchdringen und eine einzige Masse bilden. Um diese Zeit gewährt der Kern ein äusserst charakteristisches Bild: die beiden Enden (Fig. 29 bis 32) werden durch zwei hohle Halbkugeln bezeichnet, welche stark das Licht brechen und vollkommen homogen aussehen; sie kehren einander ihre Höhlungen zu und sind verbunden durch eine durchsichtige, kaum noch streifige Partie, welche dem Kerne ebenfalls angehört, da sie seitlich durch mehr oder minder deutliche Contouren vom Protoplasma gesondert ist. Die convexen Seiten der Halbkugeln tragen die kegelförmigen Protoplasmaaufsätze.

Bei der Schilderung der letzten Stadien der Kerntheilung bespreche ich die einzelnen Theile getrennt. Die terminalen hohlen Halbkugeln stellen offenbar die wichtigsten Partien dar; sie nähern sich mehr und mehr der Kugelgestalt und schrumpfen zu kleinen soliden Körpern zusammen, indem ihre Wandungen sich verdicken und das Lumen entsprechend bis zu völligem Schwund eingeengt wird. Eine Zeit lang findet sich noch eine Einkerbung an der Stelle, wo die Aushöhlung sass, dann verstreicht auch sie (Fig. 33 und 34).

Inzwischen hat sich das Verbindungsstück des Kerns gestreckt und eingeschnürt. Es ist im frischen Zustande kaum noch wahrzunehmen, da es inmitten von homogenem Protoplasma liegt, welches ursprünglich die conischen Aufsätze bildete, während der Theilung des Kerns aber allmählich mehr nach dem Aequator verlagert worden ist.

Wenn endlich der Verbindungsstrang ganz durchschnitten ist, und seine Hälften in die neu entstehenden Tochterkerne aufgesogen worden sind, hat die Theilung ihr Ende erreicht. Die Tochterkerne sind wesentlich kleiner als der Mutterkern; sie sind gleichmässig fein granulirte Körper, welche sehr lebhafte Wanderungen ausführen, auf einander zu rücken, um sich dann wieder zu ent-

fernen. Bei diesen Wanderungen fällt es sehr schwer, sie im Auge zu behalten, da sie im frischen Zustande sich wenig vom umgebenden Protoplasma absetzen. Die kleinen feinkörnigen, aus der Theilung hervorgegangenen Kerne hat meiner schon ausgesprochenen Vermuthung zu Folge Gruber für die Nucleoli uninucleolärer Kerne gehalten. Bei Behandlung mit Chromsäure können sie zu homogen erscheinenden kugeligen Körpern gerinnen, es kann ferner die Kernmembran abgehoben werden und so das von Gruber geschilderte und auch von mir wiederholt beobachtete Bild (Taf. X, Fig. 26) entstehen.

Wie es fast stets zu sein pflegt, sind auch bei der Kerntheilung von Actinosphaerium manche Verhältnisse beim lebenden Thiere nicht gut zu erkennen. Ich habe daher zahlreiche Exemplare auf sehr verschiedenen Stadien abgetödtet und eine Serie von Bildern erhalten, wie man sie sich vollständiger überhaupt nicht wünschen kann. Aus derselben werde ich die wichtigsten Theilungszustände herausgreifen und genauer besprechen. Um möglichst sicher zu gehen, dass mir keine wesentlichen, mit den jetzigen optischen Hilfsmitteln erkennbaren Structuren entgehen könnten, bediente ich mich zur Untersuchung einer ausgezeichneten Oelimmersion Zeifs $\frac{1}{18}$ und der Wasserimmersionen I, K und L.

Auf den ersten Stadien der Kerntheilung unterscheiden sich die mit Reagentien gewonnenen Präparate von den frischen nur durch die schärfere Zeichnung der Körnelung; dagegen war es nicht möglich, einen Schritt in der Untersuchung weiter zu kommen und die Frage zu entscheiden, ob wirklich einzelne Körnchen vorliegen oder ob das Bild nur der optische Ausdruck eines spongiösen Gerüsts von Kernsubstanz ist. Dazu sind die einzelnen Structurelemente zu zart und fein, selbst wenn man Oelimmersion und starke Oculare bei sehr gutem Lichte anwendet. Im Allgemeinen sprach der Eindruck mehr zu Gunsten der Annahme eines spongiösen Gerüsts.

Sehr empfindlich sind die Kerne gegen die Anwendung verdünnter Reagentien. Leicht treten Quellungen ein und heben die Kernmembran vom granulirten Inhalt ab. Dann zeigen alle Kerne eine homogene Zone, wie sie nur vorübergehend im Laufe der Entwicklung auftritt.

Für die weiteren Stadien haben die mit Reagentien (Osmium-Essigsäure) erzielten Präparate den Vorzug vor dem lebenden Objecte, dass die streifige Beschaffenheit des Kernes deutlicher ist und schon zu einer Zeit erkannt werden kann, wo die homogene

Polsubstanz sich soeben an den Kernenden anzuhäufen beginnt (Taf. X, Fig. 1 u. 2). Die äquatorialen Partieen des Kerns sind um diese Zeit unregelmässig feinkörnig und trübe, letzteres ganz besonders, wenn man die Präparate gefärbt hat; sie werden nach den Polen zu lichter, indem die Körnchen spärlicher werden und zugleich eine reihenförmige Anordnung gewinnen [1]). Die Körnchenreihen sind gegen die in Bildung begriffenen Polplatten noch nicht deutlich abgesetzt. Erst wenn letztere auf einen schmalen Streifen reducirt werden und sich gleichsam verdichten, tritt eine scharfe Grenze zwischen dem streifigen Theil des Kerns und den homogenen Polplatten auf (Taf. X, Fig. 3). Ich will hier gleich bemerken, dass die Polplatten in ihrer Reaktion an das Paranuclein erinnern. Am deutlichsten sind sie im frischen Zustande, bei Reagentienbehandlung, namentlich starker Färbung werden sie undeutlicher, am besten werden sie nachgewiesen, wenn man Osmium-Essigsäurepräparate mit doppelt chromsaurem Kali behandelt.

Eine auffallende Erscheinung ist es, dass von dem Moment ab, wo die periphere Aufhellung des feinkörnig gewordenen Kerns beginnt, eine Kernmembran durch Reagentienbehandlung nicht mehr deutlich gemacht werden kann, obwohl die scharfe Begrenzung des Kerns in keiner Weise alterirt wird. Das Gesagte gilt auch für sämmtliche weitere Stadien der Kerntheilung.

Nachdem die Polplatten sich abgegrenzt haben (Fig. 3), ist die Streifung durch den ganzen Kern hindurch von einem Pol zu dem anderen so deutlich zu verfolgen, dass man annähernd die Zahl der auf dem optischen Längsschnitt des Kerns neben einander liegenden Streifen bestimmen kann, eine Zahl, welche nicht immer die gleiche ist und von der Grösse des Kerns abhängt. Wie sehr dieselbe Schwankungen unterliegt, kann man daraus entnehmen, dass ich bei einem Actinosphaerium auf dem optischen

[1]) Aus dieser Zeit habe ich einmal eine pathologische Bildung beobachtet (Taf XI, Fig. 37). Die Aufhellung des Kerns war nicht an den Polen vor sich gegangen, sondern in der einen Hälfte des Kerns, während auf der andern Seite sich die sonst im Aequator liegende Körnchenanhäufung befand. Von letzterer aus strahlten radienartig die Körnchenreihen allmählich undeutlicher werdend in die homogene Substanz aus. Die Protoplasmaanhäufung war auch auf die Seite des Kerns (selbstverständlich die aufgehellte) beschränkt. Man kann sich das Bild so entstanden denken, dass die beiden Kernpole anstatt einander gegenüber, sich neben einander auf derselben Seite entwickelt hatten und wegen ihrer benachbarten Lagerung zusammengeflossen waren.

Längsschnitt des Kerns neben einander 22 Streifen zählte, bei einem anderen Exemplar dagegen nur 12. Ferner ist es möglich, mit vollkommener Sicherheit zu ermitteln, dass die Streifung durch parallele Fäden bedingt ist, und dass diese Fäden noch eine feinere Structur besitzen. Bei sehr starken Vergrösserungen sieht jeder Faden aus, als bestände er, ähnlich einer Perlenkette, aus kleinen an einander gereihten Körnchen (Taf. X, Fig. 24).

Die Entwicklung der Kernplatte ist nun dadurch bedingt, dass sich die Körnchen in der Gegend des Aequators anhäufen. Ausserdem aber scheinen auch die einzelnen Körnchen unter einander zu verschmelzen, so dass aus Vereinigung mehrerer kleinerer ein grösseres Element entsteht. Denn so grosse Körner, wie wir später in der Kernplatte antreffen, sind anfänglich nicht vorhanden. So lange nur eine einzige Reihe, oder — richtiger gesagt — Lage von Körnchen vorhanden ist, ist die Kernplatte schmal (Fig. 5); sie wird breiter, wenn sich zu ihnen weitere Theilchen hinzugesellen. Je mehr dieser Anhäufungsprocess vorgeschritten ist, um so schärfer setzt sich die Kernplatte gegen die übrigen Theile des Kerns ab. Alles das tritt besonders gut an gefärbten Präparaten hervor. Ist die Kernplatte vollkommen gebildet, so färben sich die Kernfäden ausserhalb derselben sehr wenig oder gar nicht, auch sehen sie nur schwach granulirt aus, die Stäbchen der Kernplatte dagegen sind an guten Carminpräparaten rubinroth und bilden in ihrer Gesammtheit ein breites Querband, das an Canadabalsam-Präparaten scharf begrenzt dem Beobachter entgegenleuchtet. Jedes Stäbchen erscheint nur so lang als ein einheitliches Element, als man mässig starke Systeme anwendet, von der Oelimmersion $\frac{1}{18}$ oder auch Wasserimmersion K und L wird es in eine Reihe (etwa 6—7) nahezu gleich grosser Körner aufgelöst, welche dicht und gleichmässig an einander gefügt sind. Ganz anders fallen die Bilder aus, wenn man frühere Stadien wählt, wo die Kernstreifung sich entwickelt, eine Kernplatte entweder noch fehlt oder eben erst im Entstehen begriffen ist. Solche Kerne sind mit Ausnahme der farblosen Polplatten nahezu gleichmässig gefärbt oder doch nur wenig dunkler nach dem Aequator zu; die Körnchen sind klein und gleichmässig im Verlauf der Kernfäden vertheilt. Zwischen beiden Extremen kann man zahlreiche vermittelnde Bilder erhalten, Bilder, bei welchen eine verschwommene, dunkler gefärbte mittlere Schicht vorhanden ist, andere, bei welchen in derselben die erste Anlage der Kernplatte durch intensivere Färbung

bemerkbar wird, bis zu denen, wo die imbibitionsfähigen Substanzen fast allein in der Kernplatte enthalten sind.

Man kann aus diesen Ergebnissen zweierlei Schlüsse ziehen: erstens, dass vorübergehend eine innige Vermengung von chromatischen und achromatischen Kernbestandtheilen vorhanden ist, dass später aber eine locale Sonderung beider eintritt. Die Kernfäden enthalten zuerst beide Bestandtheile, sie sind feinste Stränge achromatischer Substanz mit eingestreuten Chromatinkörnchen, in Folge dessen färbt sich der Kern diffus. Wenn sich die Chromatinkörnchen in der Kernplatte vereinigt haben, bleiben die die Grundlage der Kernfäden bildenden Achromatinfäden zurück.

Zweitens kann man aus den mitgetheilten Beobachtungen entnehmen, dass die Kernplatte als ein einheitliches Element entsteht und nicht wie es nach Flemming und Strasburger in vielen andern Fällen zutrifft, von Anfang an schon in die Seitenplatten differenzirt ist. Ich habe auf diesen Punkt viel Aufmerksamkeit verwandt und die Kernplatte auf den verschiedensten Entwicklungsstadien untersucht. Zur Zeit wo sie noch schmal ist, habe ich stets nur die oben erwähnte einfache Reihe von Chromatinkörnchen auffinden können, welche dazu noch alle in der gleichen Ebene lagen und somit unter einander gleichwerthig waren. Ich habe das sowohl an Osmium-Carminpräparaten gesehen als auch an Kernen, welche mit Chromsäure abgetödtet und in Safranin gefärbt waren (Fig. 5). Später sind die Bilder nicht mehr in gleichem Maasse beweiskräftig, da die Stäbchen, die Elemente der Kernplatte, aus einzelnen Körnern bestehen; indessen sie bieten auch keinen Anhaltspunkt zur Annahme, dass die Sonderung in die Seitenplatten schon präformirt sei. Eine derartige Ansicht wird ausserdem auch widerlegt durch die Beobachtung der folgenden Processe, welche zur Spaltung der Kernplatte in die Seitenplatten führen.

Hat man einen Kern in dem Moment abgetödtet, wo die Spaltung der Kernplatte soeben vor sich geht, so kann man schon mit Hilfe von Wasserimmersion erkennen, dass einzelne Stäbchen in die Elemente der Seitenplatten zerfallen sind, andere aber noch nicht (Fig. 7 u. 8). Letztere gehören aber schon mit ihren Enden den in Bildung begriffenen Seitenplatten an und sind nicht selten in der Mitte bisquitförmig eingeschnürt, als ob sie demnächst hätten getheilt werden sollen. In Figur 25 stelle ich ausserdem zum Beweis einen bei Zeiss $^1/_{18}$ Oc. 2 gezeichneten Kern auf einem etwas früheren Stadium dar. Der Beginn der Spaltung liess sich

hier daraus errathen, dass die Kernplatte sehr breit war und als Ganzes bei schwacher Vergrösserung betrachtet in ihren centralen Partieen eine Aufhellung als Ausdruck des hier sich bildenden Spaltes erkennen liess. Die meisten Stäbchen waren noch ungetheilt, wenn wir ihre Zusammensetzung aus Körnchen ausser Acht lassen, andere dagegen, welche die Veranlassung zu der centralen Aufhellung abgaben, waren in ihrer Mitte mehr oder minder ansehnlich verdünnt.

Nach der Spaltung der Kernplatte erhält sich die Zusammensetzung der Seitenplatten aus einzelnen parallel gestellten Stäbchen lange Zeit über (Fig. 9—11). Selbst wenn sie mit den Polplatten verschmolzen sind und die schüsselförmige Gestalt angenommen haben, ist zunächst die Structur noch zu erkennen, wenn auch mit verminderter Deutlichkeit. Die Stäbchen sind noch fester als früher gegen einander gepresst (Fig. 10), ihre peripheren Enden sind etwas keulig verdickt, ihre centralen Enden dagegen etwas zugespitzt. Auch die Streifen, welche sich zwischen den Seitenplatten ausspannen, sind noch vorhanden als sehr zarte, farblose, schwach körnige Linien. In ihnen sah ich einige Male eine Structur, welche etwas an die Zellplatte Strasburger's erinnerte (Fig. 13). Bei den betreffenden Kernen waren die Seitenplatten erst durch einen schmalen Zwischenraum getrennt und dem entsprechend noch nicht mit den Polplatten verschmolzen. Genau dem Aequator entsprechend zog sich quer durch die Kerntonne eine einfache, eben nur noch angedeutete Lage von Körnchen. Obwohl Gruber etwas Aehnliches abbildet, möchte ich doch auf den Befund nicht viel Gewicht legen, da ich an zahlreichen anderen auf gleichen Stadien befindlichen Kernen die Körnchenzone nicht habe wieder finden können. Ich glaube vielmehr, dass sie durch unregelmässige Gerinnung herbeigeführt worden ist.

Für die Endstadien der Theilung ist die Behandlung mit Reagentien von keinem weiteren Belang; ich begnüge mich daher noch einen Kern zu beschreiben, welcher kurz bevor das Verbindungsstück durchriss, abgetödtet worden war (Fig. 15). Die schüsselförmigen Endstücke waren stark gefärbt und ganz homogen und zeigten auch keine Andeutung mehr von Stäbchenstructur; beide besassen noch auf den einander zugewandten Seiten eine tief in das Innere vordringende Einkerbung und hingen durch einen schmalen Verbindungsstrang zusammen, der sich deutlich durch das umgebende Protoplasma verfolgen liess. Die terminalen

Protoplasmaanhäufungen fehlten, da ihre Substanz zum Theil sich vertheilt, zum Theil zwischen die entstehenden jungen Tochterkerne eingeschoben hatte und den Verbindungsstrang umhüllte.

Wenn letzterer ganz durchschnitten ist und seine Theile in die Kerne aufgenommen worden sind, nehmen diese ein feinkörniges Aussehen an. Dabei bleibt lange Zeit über eine helle Partie wie eine Vacuole im Innern des Kernes erhalten. Ich habe oben schon hervorgehoben, dass die Kerne um diese Zeit leicht durch Gerinnung leiden, wodurch die in Figur 26 abgebildeten Bilder entstehen.

Literatur. Zum Schluss gebe ich noch eine Beurtheilung der Resultate, zu denen Gruber gelangt ist, da es diesem bisher allein geglückt ist, Kerntheilung bei Actinosphaerien zu beobachten. Gruber hat nur ein einziges Exemplar untersuchen können und zwar, nachdem es mit 2 % Chromsäure behandelt, in Picrocarmin gefärbt und in Canadabalsam eingeschlossen war; er hat daher keine Gelegenheit gehabt, die Reihenfolge der Stadien durch directe Beobachtung festzustellen und durch Vergleich mit dem lebenden Thier die Wirkungsweise des Reagens zu controliren; so erklären sich manche Irrthümer in seiner Darstellung.

Was zunächst die Beobachtungen anlangt, so leiden alle Abbildungen an dem gemeinsamen Fehler, dass Gruber um die Kerntheilungsfigur einen hellen von der Kernmembran umschlossenen Hof zeichnet und die polaren Protoplasmaanhäufungen und die Polplatten gar nicht erwähnt. Daraus schliesse ich, dass das Präparat ungenügend conservirt war. Auf die Conservirung und den Einschluss in Canadabalsam ist es ferner zurückzuführen, dass die streifige Structur des Kerns unvollkommen, die Stäbchenstructur der Seitenplatten gar nicht erkannt worden ist. Die Körnchenreihe, welche an die Zellplatte bei pflanzlichen Zellen erinnert, zeichnet Gruber bei zwei Kernen und hält sie für die Anlage einer Scheidewand, welche bestimmt ist, beide Kerne zu trennen. Diese Deutung sowie die ganze Art, wie Gruber die einzelnen Stadien combinirt, ist irrthümlich. Der multinucleoläre Kern soll sich ihm zufolge direct in den sich theilenden Kern verwandeln, indem sich die Nucleoli in 2 Gruppen sonderen, welche verschmelzend die Seitenplatten liefern; nun soll der Kern sich in zwei Stücke theilen, von denen ein jedes zunächst noch eine Seitenplatte in ihrer ursprünglichen Gestalt enthält, bis diese sich in den Nucleolus umwandelt. Was hier Gruber als Theilstücke beschreibt, sind die Kerne vor der Theilung, bei denen sich die äqua-

toriale Kernplatte ausgebildet hat; er hat die Stadien hier geradezu in die umgekehrte Reihenfolge gebracht, als es in der Natur der Fall ist. Dagegen hat er mit Recht aus den Befunden bei Actinosphaerium geschlossen, dass hier der Nucleolus bei der Theilung eine hervorragende Rolle spielt und dass die Contouren des Kerns niemals verschwinden, was ein Eindringen von Protoplasma in das Innere des sich theilenden Kerns unwahrscheinlich mache.

Beurtheilung der Beobachtungen.

In den folgenden allgemeinen Erörterungen werde ich mich auf die bei Actinosphaerium vorliegenden Verhältnisse beschränken. Sie haben nur den Zweck kurz die Punkte hervorzuheben, welche für den Bau des Kerns und den Verlauf der Kerntheilung von Actinosphaerium charakteristisch sind, und sollen ausserdem noch einige bei der Beobachtung zweifelhaft gebliebene Punkte durch Vergleich mit anderen Thieren aufzuklären versuchen.

Aus den Untersuchungen über den ruhenden Kern geht mit aller Sicherheit hervor, dass die sich färbenden Bestandtheile des Kerns, das Chromatin oder das Nuclein, keine spongiösen Gerüste bilden wie bei den von Frommann, Flemming und Strasburger beschriebenen meisten thierischen und pflanzlichen Kernen. Alles Nuclein ist in den Kernkörperchen enthalten, welche sich daher bei Anwendung von Carmin vorwiegend, bei Anwendung von Safranin sogar ausschliesslich färben, während die umgebenden Kernbestandtheile entweder nur matt rosa oder vollkommen farblos aussehen. Wenn zahlreiche Nucleoli das Innere eines Kerns erfüllen, so sind dieselben lauter einzelne Nucleinkörner, welche, sofern sie überhaupt zusammenhängen, durch achromatische Substanz vereinigt werden.

Schwieriger ist es eine richtige Beurtheilung der übrigen Theile, welche sich im Actinosphaeriumkern neben den Nucleoli vorfinden, zu geben. Solche sind 1. die durch Anwendung von Reagentien sichtbar werdende Körnelung. 2. die mannigfach gestalteten auch im frischen Zustand erkennbaren Paranucleinstücke. 3. die oben ganz kurz noch erwähnten, in Figur 18 abgebildeten stark lichtbrechenden Körperchen; 4. die Kernmembran. Lassen wir letztere zunächst ausser Acht, so scheinen mir die 3 übrigen Elemente auf ein und dieselbe Bildung zurückführbar zu sein, auf ein Gerüst farbloser Substanz, welche man Paranuclein

oder Achromatin nennen kann, ein Gerüst, welches den Zwischenraum zwischen dem Nucleolus und der Kernmembran ausfüllt. Dass ein solches Gerüst bei genügender Feinheit optisch auch bei den stärksten Vergrösserungen nur unter dem Bild einer feinen Körnelung erscheint, ist genügend bekannt; zu erläutern bliebe daher nur, wie sich dazu die unter 2 und 3 aufgeführten Theile verhalten. Ich deute sie als besondere Verdichtungen des achromatischen Gerüstes, welche in Folge dessen schon im frischen Kern zu erkennen sind. Hierzu würde sehr wohl passen, dass ich sie vielfach vermisst habe; denn es wäre ganz gut denkbar, dass das Gerüst häufig einen in allen seinen Theilen gleichförmigen Charakter besitzt und nur ab und zu in der Gegend der Kernkörperchen sich verdichtet.

Zu der hier vorgetragenen Deutung meiner Befunde habe ich mich erst entschlossen, als ich mit ganz analogen Verhältnissen bei Insectenkernen bekannt wurde, auf welche ich in einer späteren Publication zurückkommen werde. Bei den Insectenkernen ist auch ein einfacher Nucleolus vorhanden, welcher sich allein färbt, ausserdem ein Gerüst von achromatischer Substanz, welches schon im frischen Zustand undeutlich erkannt werden kann, aber erst bei Anwendung von Reagentien schärfere Contouren erhält. Da die Kerne sehr gross sind, sind die einzelnen Maschen des Gerüsts weit und können schon mit guten Trockensystemen aufgelöst werden.

Ganz besonders aber wurde ich bei meinem Urtheil bestimmt durch die Beobachtung eigenthümlicher Umwandlungen, welche die Structur der Insectenkerne erleidet, wenn, wie ich vermuthe, die Kerntheilung vorbereitet wird. Vom Nucleolus, dessen Contouren unregelmässig lappig werden, lösen sich Körnchen ab und verbreiten sich im achromatischen Gerüst, bis er ganz in kleine Körnchen aufgelöst ist. Um diese Zeit wird auch bei den Insectenkernen das Bild eines Gerüstwerks getrübt, weil die weit verbreiteten, an Safraninpräparaten intensiv rothen Chromatinkörnchen dem Kern ein gekörneltes Ansehen verleihen. Die Umwandlungen finden in den zur Theilung sich vorbereitenden Kernen des Actinosphaerium ihr vollkommenes Gegenstück; wenn wir oben gesehen haben, dass vom Nucleolus sich Körnchen sondern und schliesslich die ganze chromatische Substanz als eine Menge feinster Körnchen das Innere der Kerne erfüllt, so deute ich jetzt diesen Vorgang nach Analogie der Insectenkerne dahin, dass die Verbreitung der

Chromatinkörnchen auf den Bahnen eines präformirten Gerüsts achromatischer Substanz sich vollzieht und so eine innige Durchdringung beider Kernsubstanzen herbeigeführt wird.

Zur genaueren Charakteristik der Kernmembran liefern meine Untersuchungen keinen Beitrag. Sie ist ein besonderes Element des Kerns und von der Kernsubstanz verschieden, da sie sich gar nicht färbt. Mit den derben Hüllen, wie sie das Binnenbläschen der Radiolarien und die Keimbläschen vieler thierischer Eier umschliessen, scheint sie mir gleichfalls nicht vergleichbar zu sein, da sie im frischen Zustand nur als eine zarte Contour erscheint und erst bei der Anwendung von Reagentien, welche Gerinnungen erzeugen, deutlicher wird. Sie scheint daher aus einer gerinnungsfähigen Substanz zu bestehen, so dass man an eine Verwandtschaft mit dem Paranuclein oder Achromatin denken könnte.

Was nun die Theilung des Kernes anlangt, so nimmt dieselbe ihrem gesammten Charakter nach eine vermittelnde Stellung ein zwischen den Kerntheilungen, wie sie bei den Pflanzen und den Thieren vorkommen, und den Kerntheilungen der Protozoen. Letztere nähern sich am meisten dem Schema, welches man früher von der directen Kerntheilung entworfen hat. Die bisquitförmige Einschnürung des Kernes, welcher stets seine deutlichen Contouren beibehält, tritt bei den Protozoen in den Vordergrund; die inneren Differenzirungen der Kernsubstanz fehlen entweder ganz oder äussern sich nur in einer gleichförmig faserigen Beschaffenheit. Eine Ausnahme von dieser Regel machen zur Zeit nur die Nebenkerne der Infusorien, bei denen es zur Bildung von Kern- und Seitenplatten kommt. Bei den Kerntheilungen der Pflanzen und Thiere dagegen ist die bisquitförmige Einschnürung undeutlich, da die Contouren des Kernes überhaupt nicht scharf gezogen sind. Wird doch hier gerade in der Neuzeit wieder behauptet, dass die Grenzen von Kernsubstanz und Protoplasma bei der Theilung gänzlich untergehen und dass sogar eine Vermengung beider Substanzen eintritt. Dafür erscheint die ganze Kerntheilung vielmehr unter dem Bilde einer complicirten und äusserst regelmässig verlaufenden Umlagerung der Kerntheilchen, welche zu der so wichtigen Differenzirung in die achromatischen Kernfäden und die chromatischen Elemente der Kern- und Seitenplatten führt. Beide Substanzen sind so scharf von einander getrennt, dass man sie für Elemente halten könnte, die nichts mit einander zu thun haben.

Das Actinosphaerium theilt mit den Protozoen die Gestaltveränderungen, welche der gesammte Kern während der Theilung

erfährt; derselbe ist ebenfalls auf jedem Stadium scharf umgrenzt und schnürt sich zum Zweck der Theilung im Aequator bisquitförmig ein. Bei Actinosphaerium ist es daher nicht gut zulässig, die vorübergehend von Flemming vertretene und neuerdings wieder von Strasburger aufgenommene Ansicht zu vertreten, dass die Kernfäden aus Protoplasma bestehen, welches nach Auflösung der Kernmembran in das Kerninnere eingedrungen ist. Eine solche Annahme stösst bei näherer Prüfung auf grosse Schwierigkeiten, da die Streifung des Kerns in einem erheblichen Abstand von der Kernmembran durch eine streifige Anordnung des körnig gewordenen Kerninhalts ganz allmählig sich entwickelt.

Soweit es sich um innere Structuren handelt, bieten die in Theilung begriffenen Actinosphaerienkerne viele Anknüpfungspunkte an die Kerne der Thiere und Pflanzen, namentlich die Kerne thierischer Eizellen. Wie bei den letzteren bildet sich eine Kernplatte, spaltet sich dieselbe in die aus einander rückenden Seitenplatten, wandern die einzelnen Stücke der Seitenplatten an achromatischen Fäden den Kernpolen zu. Gleichzeitig fehlt es aber auch nicht an Momenten, welche an die Kerntheilung der übrigen Protozoen erinnern. Vor dem Auftreten der Kernplatte findet sich ein Stadium, welches bei der Kerntheilung der Infusorien, vorzüglich von Spirochona gemmipara auftritt. Wie dort, so verlaufen von Polplatte zu Polplatte Streifen, welche sich noch in ganzer Ausdehnung färben. Mir scheint hier ein Anhaltspunkt für die Deutung der sich theilenden Infusorienkerne gegeben zu sein. Das betreffende Stadium ist bei Actinosphaerium dadurch veranlasst, dass die achromatischen Kernfäden in ihrer ganzen Ausdehnung Chromatinstückchen enthalten. Ich glaube, dass man etwas Aehnliches auch für die Infusorien annehmen muss, dass auch hier die Kernfäden selbst aus Achromatin bestehen, dass sie aber in ganzer Ausdehnung von Chromatin bedeckt sind, dass sie in Folge dessen selbst gar nicht sichtbar werden oder doch nur in so fern, als sie einen Einfluss auf die Anordnung der Chromatintheile gewinnen.

Aber die Kerntheilung von Actinosphaerium verdient, auch abgesehen von der vermittelnden Stellung, welche sie einnimmt, ein hervorragendes Interesse, ganz besonders durch die Art und Weise, wie die Seitenplatten gebildet werden. Bei den thierischen Zellen ist Flemming zum Resultat gekommen, dass sie von Anfang an getrennt angelegt werden, und Strasburger ist ihm für die pflanzlichen Objecte beigetreten. Flemming namentlich

hat dann weiter diese Wahrnehmung generalisirt; überall soll die Zweitheilung der chromatischen Elemente in eine linke und rechte Seitenplatte schon zur Zeit vorhanden sein, wo die plattenförmige Anordnung beginnt, auch da, wo früher eine einheitliche Kernplatte, welche durch Spaltung die Seitenplatten liefere, angenommen wurde. Mir scheint hier Flemming zu weit zu gehen. Bei Actinosphaerium jedenfalls treffen seine Vermuthungen nicht zu. Ich will nicht allzuviel Werth auf die Beobachtung legen, dass man am lebenden Thier die Kernplatte erst einheitlich sieht und dann durch directe Beobachtung die Spaltung verfolgen kann. Hier könnte ja eine Täuschung obwalten, indem es möglich wäre, dass die Theile der Seitenplatten zwar schon getrennt sind, aber dicht bei einander liegen und dass so die Sonderung verdeckt würde. Aber ich muss betonen, dass die Bilder, welche man mit Reagentienbehandlung gewinnt, dieser immerhin etwas gekünstelten Deutung direct widersprechen. Erstens kann man die Spaltung der Kernplatte an den einzelnen Elementen nachweisen, welche bisquitförmig eingeschnürt sind; zweitens kann man beobachten, dass die erste Anlage der Kernplatte eine einzige Körnchenreihe ist. Namentlich die zweite Beobachtung, welche ich wiederholt gemacht habe, scheint mir jede andere Deutung auszuschliessen.

Eine dritte Besonderheit endlich, durch welche sich die Kerntheilung des Actinosphaerium auszeichnet, ist die Anwesenheit der Polplatten. Dieselben sind Anhäufungen einer homogenen Substanz, die sich zwischen den streifigen Theil des Kerns und die homogenen Protoplasmakegel einschieben. Sie können nur für Derivate des Zellkerns angesehen werden, da sie durch Aufhellung der peripheren Partieen des Kerns entstehen. Auch sind sie anfänglich nur gegen das Protoplasma, nicht aber gegen die streifige Kernsubstanz scharf gesondert. Hier tritt erst ganz allmählich die Grenze deutlich hervor, um später wieder zu verschwinden, wenn die aus Chromatin bestehenden Seitenplatten mit ihnen verschmelzen.

Schwieriger ist es zu entscheiden, welche Bestandtheile des Kerns in ihnen enthalten sind. Im Ganzen scheinen mir nur 2 Möglichkeiten gegeben, entweder ist es das Paranuclein oder es ist die Kernmembran, welche die Polplatten liefert. Für die Kernmembran spricht der Umstand, dass die Polplatten sich von ihr gar nicht absetzen. Allein dabei muss man in Betracht ziehen, dass um diese Zeit von einer deutlich nachweisbaren Kernmembran überhaupt nicht die Rede sein kann. Als einziger Beweis

für die Fortdauer derselben kann die scharfe Contourirung des Kerns angeführt werden, während eine klare und bestimmte doppelt contourirte Schicht nicht mehr sichtbar ist. Auch würde mit einer Ableitung aus der Kernmembran die ganze Entstehungsweise der Polplatten wenig harmoniren.

Weiteres Licht wird auf die uns hier beschäftigende Frage geworfen, wenn wir die ähnlichen Verhältnisse, welche ich früher von der Spirochona gemmipara[1]) beschrieben habe, zur Beurtheilung heranziehen. Bei diesem Infusor sind während der Kerntheilung ebenfalls Polplatten vorhanden; sie sind sogar viel mächtiger als bei dem Actinosphaerium, was es möglich macht, den Beweis zu führen, dass sie Etwas von der Kernmembran Verschiedenes darstellen. Wie ich dort im Einzelnen zu begründen versucht habe, gehen sie aus einem nucleolusartigen Körper hervor, welcher kurz vor der Theilung sich individualisirt und bei den die Theilung einleitenden Vorgängen eine bedeutsame, man möchte fast sagen diese Vorgänge beherrschende Rolle spielt. Sie erhalten sich auch nach der Theilung als besondere, durch eine scharfe Demarkationslinie abgegrenzte Theile des Kerns, bis aus ihnen wieder durch Umwandlung der erwähnte nucleolusartige Körper hervorgeht.

Bei der grossen Uebereinstimmung im Aussehen und in der Anordnung kann es nicht zweifelhaft sein, dass die Polplatten von Actinosphaerium und Spirochona gleichwerthige Bildungen sind; daraus folgt aber mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass sie auch bei Actinosphaerium aus Theilen hervorgehen, welche innerhalb der Kernmembran liegen. Und so werden wir auf die zweite Möglichkeit hingeleitet, dass die Polplatten aus dem Paranuclein entstehen, eine Ansicht, die in dem ganzen optischen Verhalten und dem ganzen Imbibitionsvermögen beider Substanzen wichtige Stützen findet.

Bei der Ableitung der Polplatten aus dem Achromatin begegnen wir nun einer auf den ersten Blick ziemlich erheblichen Schwierigkeit. Aus der achromatischen Substanz, dem Paranuclein, habe ich oben auch die Kernfäden abgeleitet. Die Kernfäden scheinen aber bei Actinosphaerium scharf gegen die Polplatten abgesetzt, als wären sie Gebilde ganz anderer Art, während doch bei der hier ausgesprochenen Vermuthung man erwarten müsste,

---

[1]) R. Hertwig, Ueber den Bau und die Entwicklung der Spirochona gemmipara. Jenaische Zeitschrift Bd. XI p. 149.

dass sie continuirlich sich in die Polplatten fortsetzen. Indessen auch diese Widersprüche lassen sich meiner Ansicht nach ohne Schwierigkeit erklären.

Von den Kernfäden thierischer und pflanzlicher Objecte unterscheiden sich die Kernfäden des Actinosphaerium durch ihre fein gekörnelte Beschaffenheit. Schon im speciellen Theil deutete ich diese Erscheinung durch die Annahme, dass die Kernfäden zwar aus Paranuclein bestehen, dass sie aber ausserdem noch geringe anhaftende Spuren von tingirbarem Nuclein enthalten. Letzteres ist anfänglich zweifellos in ganzer Ausdehnung auf den Kernfäden vorhanden, ehe es sich zu der Kernplatte concentrirt und verleiht den Kernfäden ein sehr deutliches gekörneltes Aussehen. Zurückbleibende Spuren von Nuclein sind es wahrscheinlich, welche auch später die Körnelung der an sich homogenen Kernfäden bedingen und der Grund werden, dass die Fäden gegen die Polplatten scharf gesondert sind.

Tafelerklärung.

Tafel IX.

Sämmtliche Figuren sind bei Zeiss J. Oc. 2 gezeichnet.

Fig. 1—18. Verschiedene Formen des ruhenden Kerns nach Behandlung mit Osmium-Essigsäure, z. Th. mit nachfolgender Carminfärbung, z. Th. mit nachfolgender Behandlung mit Kali bichromicum.

Fig. 19—34. Verschiedene Stadien der Kerntheilung im frischen Zustand, nach 2 Objecten gezeichnet; von dem einen stammen Fig. 19—24, von dem anderen 24—34. Die Bilder waren zunächst ohne Prisma nach dem lebenden Object entworfen worden; Grösse und Gestalt der Kerne wurden später genauer bestimmt nach fixirten Präparaten, welche mit dem Prisma gezeichnet wurden.

Fig. 35 und 36. 2 Spindeln durch Zerzupfen isolirt.

Fig. 37. Ein Kern, bei welchem die Kerntheilung einen abnormen Verlauf genommen hat. Osmium-Essigsäurepräparat. Zeiss $\frac{1}{18}$ Oc. 2.

Tafel X.

Fig. 1—16. Verschiedene Stadien der Kerntheilung von verschiedenen Exemplaren, welche mit Osmium-Essigsäure oder Osmium-Chromsäure behandelt und dann z. Th. gefärbt, z. Th. mit Kali bichromicum ausgewaschen worden waren. Nur Fig. 5 und 13 nach Chromsäure-Safraninpräparaten gezeichnet. Zeiss $\frac{1}{18}$ Oc. II.

Fig. 17—23. Vorbereitungen zur Kerntheilung. Fig. 17—22 von einem, Fig. 23 von einem anderen Actinosphaerium. Zeiss $\frac{1}{18}$ Oc. 2.

Fig. 24 und 25. 2 Stadien der Kerntheilung, mit Osmium-Essigsäure behandelt und mit Picrocarmin gefärbt. Zeiss $\frac{1}{18}$ Oc. 3. Tubuslänge 250 mm.

Fig. 26. Aus der Theilung hervorgegangene Kerne nach Chromsäurebehandlung, Kernmembran von dem geronnenen Kerninhalt abgehoben, so dass das Bild eines uninucleolären Kernes entsteht. Zeiss $\frac{1}{18}$ Oc. 2.

Fig. C.

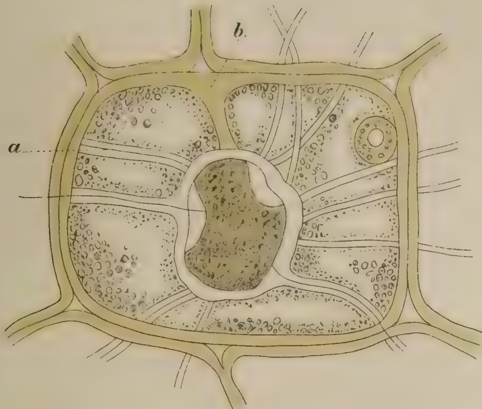


Fig. B.

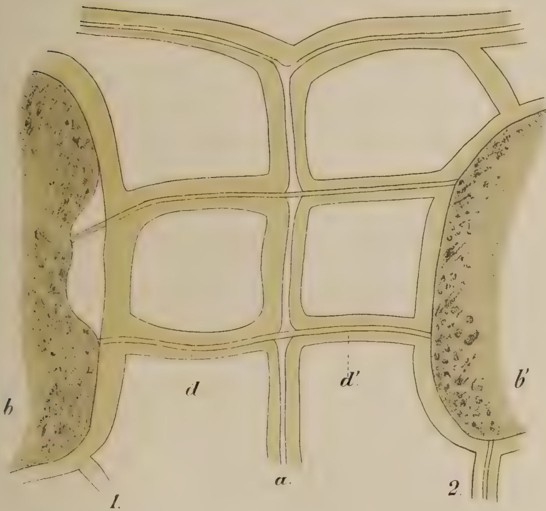


Fig. A.



Untersuchungen

über

die Pilze in den Wurzeln der Orchideen.

Von

Albert Mollberg.

Hierzu Tafel XI.

Das Vorkommen von Pilzen in den Wurzeln mancher unserer einheimischen, namentlich saprophytischen Orchideen ist bekannt.

Nachdem Prillieux[1]) und Drude[2]) sie bei Neottia Nidus avis L. gesehen hatten, erwähnt u. A. Reinke[3]) ihr Vorkommen in Corallorhiza und Epipogon, und Eidam spricht von ihrer allgemeinen Verbreitung in den Wurzeln der verschiedenen Orchideen auf einer Versammlung der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur[4]).

Da aber die genannten Forscher sich in den erwähnten Schriften andere Aufgaben gestellt hatten, so besprechen sie nur beiläufig das Vorkommen der Mycelien und deren Verbreitung in den betreffenden Wurzeln. Weil somit eine genauere Untersuchung des angeführten Gegenstandes noch nicht vorgenommen worden war, so stellte ich mir die Aufgabe, die Verbreitung der Mycelien und ihre Beziehungen zu den Nährpflanzen eingehender zu untersuchen. Die Umgebung von Jena bot mir in reicher Menge das geeignete Untersuchungsmaterial.

---

[1]) Annales des sciences naturelles 1856.

[2]) Biologie von Monotropa Hypopitys L. und Neottia Nidus avis L. Göttingen 1873.

[3]) Flora 1873 pag. 145.

[4]) Aus dem Jahresbericht der botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur pro 1879, pag. 5.

I. Verbreitung der Pilzmycelien in den Wurzeln und Rhizomen der Orchideen.

Lenken wir unsern Blick zunächst auf die Pflanze, in deren Wurzeln die Pilzfäden zuerst gesehen wurden von Prillieux, dann auch wieder von Drude, auf Neottia Nidus avis L. Meine Beobachtungen bestätigen zunächst die der beiden Autoren darin, dass der Pilz sich nicht in der Epidermis und den zwei daraufolgenden Schichten des zarten parenchymatischen Grundgewebes anfhält, sondern in der dritten, vierten und den weiter nach innen hin folgenden Schichten.

Die innersten beiden, das Gefässbündel umgebenden Zellenlagen aber, sowie dieses selbst, sind wieder pilzfrei; auch ist richtig, dass die Hyphen sowohl in den Zellen, die Schleimklumpen enthalten, auftreten, als auch in solchen, die frei von diesen sind. Das letztere würde gelten für die dritte und vierte Schicht von der Epidermis aus gezählt und eben für dieselben, von dem Plerom aus gerechnet.

Bemerkenswerth ist ferner, dass gerade solche Zellen, die frei sind von Schleim, viel reichlicher mit Mycelien erfüllt sind als jene mit Schleimballen und dass meist in den letzteren die Hyphen dünner, nicht so kräftig sind.

Die erwähnte Gleichmässigkeit in der Verbreitung ist jedoch nicht ohne Ausnahmen; die Hyphen kommen, wenn auch selten, in der Epidermis und den dicht darunterliegenden Schichten, sowie in der unmittelbaren Umgebung des Pleroms ebenfalls vor. Auf dem Querschnitt einer Wurzel von Neottia hat man also im Allgemeinen ein regelmässiges Bild: im Innern das Gefässbündel und um dasselbe herum zwei bis drei kleinzellige Lagen, die pilzfrei sind; nun folgt gleichsam ein Kranz von mycelführenden Zellen, von denen wieder die inneren Schleimkugeln und Pilz, die äusseren dagegen nur den Schmarotzer enthalten; endlich kommen nach aussen noch zwei bis drei pilzfreie Schichten und die Epidermis. Eine analoge Verteilung findet sich auch im Rhizom und dem untersten Teile des Stengels, wo der Pilz ebenfalls vorkommt. Bezüglich des Stengels ist noch hervorzuheben, dass in ihm das Mycelium bis an den Insertionspunkt der obersten Wurzel reicht, während es höher oben oder in dem Basalteil der Scheidenblätter niemals anzutreffen ist. Die Wurzeln werden nun nicht von ihrem Grunde aus bis zum Scheitel vom Mycel bewohnt,

sondern die ersten sechs bis zehn Zelllagen vom Vegetationspunkte aus sind, wie schon Drude angiebt, pilzfrei. Schon äusserlich giebt sich die Grenze an der Färbung der Wurzel zu erkennen, die am Scheitel viel heller und durchsichtiger ist. Mitte Mai, zur Zeit, wo Neottia in voller Blüte stand, war die Knospe, welche im nächsten Jahre zur Blüte gelangt, bereits angelegt; der Pilz hatte sich auch schon für das künftige Jahr versorgt, indem er bereits aus dem diesjährigen Stengel in die unterste Partie der jungen Knospe hinübergewachsen war. Bei der nachherigen Anlegung neuer Wurzeln trat er in diese selbst mit ein.

Von Corallorhiza innata R. Br. sagt Reinke bezüglich der Verbreitung des Schmarotzers: „Was den Inhalt der Rindenzellen anbetrifft, abgesehen von dem normalen Protoplasmakörper, so lassen sich hauptsächlich drei Regionen unterscheiden: eine innere, welche vorwiegend kleine, rundliche, meist zu sternförmigen Ballen gruppierte Stärkekörner enthält, eine mittlere deren Zellen mit gelblichem, undurchsichtigen Schleime erfüllt sind, endlich eine äussere, aus mehreren, der Epidermis zunächst liegenden Schichten bestehend, in welcher sich wie in der inneren Region, wieder Stärkekörner in Menge ablagern. Ausserdem finden sich in diesen äussersten Zellagen, sowie in den äusseren Schichten der Schleimzellenregion die erwähnten Pilzmycelien.“ Ich füge dem hinzu, dass von den Schleimzellen es nicht nur die äusseren sind, die die Mycelien führen, sondern überhaupt alle; freilich sind die inneren nicht mehr so stark besucht wie jene, ähnlich wie auch die ersten Zellen von aussen her nicht so prall erfüllt sind, wie die inneren, so dass die mittlere Region des Rindengewebes diejenige ist, in der sich der Schmarotzer vorzugsweise aufhält. In der Längsrichtung dringt dieser vor bis gegen die Spitze des Rhizoms nur wenige der vordersten Lagen verschonend.

In den sich aufrichtenden Sprossen findet man das Mycelium nicht nur bis zu der Stelle, wo das Rhizom aus der horizontalen Lage in die vertikale umbiegt, sondern noch ungefähr 1 cm weiter hinauf, bis über den Ort, wo sich das Rhizom zum letzten Male verzweigte, also bis in den Blütenstengel hinein.

An dieser Stelle findet sich in den Zellen aber nur noch höchst selten Schleim, sondern ausser dem gewöhnlichen protoplasmatischen Inhalte bloss der Pilz.

Orchis pallens L.

Die Untersuchungen wurden im Mai vorgenommen, zu einer Zeit, wo die Knolle der im nächsten Jahre blühenden Pflanze ihre definitive Grösse schon erreicht hatte. Alle Wurzeln über der Knolle an der Basis des Stengels waren noch völlig gesund und frisch. Die auf die zartwandige Epidermis folgenden 2—4 Schichten führen Stärke, in den weiter nach innen liegenden finden wir Hyphen und Schleim in der Verteilung, dass die äusseren Zellen nur Mycel zeigen, während weiter nach innen hin ausserdem noch Schleim auftritt, allmälig immer grössere Klumpen bildend. Die Schleimansammlung ist aber bei dieser Pflanze lange nicht so stark als z. B. bei Corallorhiza; die Ballen nehmen verhältnismässig nur einen kleinen Teil der Zelle ein, während der weit grössere von den Pilzfäden erfüllt ist. Die der Mitte näher gelegenen zwei bis vier Schichten, deren Zellen nach innen hin immer kleiner werden, sind frei von Schleim und Pilz, ebenso wie der Centralstrang selber, führen aber viel Stärke. Da der Pilz die Wurzel ringsum gleichmässig bewohnt, so bildet das von ihm infizirte Gewebe einen Cylindermantel, der aussen und innen von einigen pilzfreien Schichten umgeben ist. Was die äussersten Zelllagen des Rindenparenchyms betrifft, so werden sie nur dann vom Pilze aufgesucht, wenn an der betreffenden Stelle eine Epidermiszelle zu einem Wurzelhärchen ausgewachsen ist. Wir sehen nämlich in solchen Fällen das Haar von einem oder auch mehreren Pilzschläuchen durchzogen, welche dessen Spitze durchwachsen und so nach Aussen gelangen. Die Pilzfäden verästeln sich in dem Haar selten, auch kaum in der Epidermiszelle, dann aber immer mehr, je tiefer wir in das Wurzelgewebe eindringen. — In der Längsrichtung der Wurzel geht der Pilz nicht bis an den Vegetationspunkt, sondern lässt die sechs bis acht hinter diesem gelegenen Zellenschichten frei.

Wir haben hier also ein ähnliches Verhalten, wie es Drude bei Neottia fand.

Vertikal steigen die Pilzfäden im Stengel auf bis an die Stelle, wo die oberste Wurzel inserirt ist und abwärts bis an den Austrittspunkt der untersten. Das noch übrigbleibende Basalstück des Stengels bis zur Knolle ist pilzfrei und ebenso die Knolle selbst. Auch ist der Schmarotzer nicht in der neuangelegten

Knolle, sowie in dem Verbindungsstück dieser mit dem diesjährigen, Blüten tragenden Stengel aufzufinden.

Orchis militaris L. Orchis maculata L.

Das Vorkommen der Pilze in Wurzel und Stengel und ihre Ausbreitung in der Längsrichtung, das Nichtvorhandensein in den Knollen, seine Beziehungen zu dem Schleim und den Wurzelhaaren sind übereinstimmend mit dem, was wir für O. pallens gefunden haben.

Goodyera repens R. Br.

Dieses zarte Pflänzchen beherbergt in dem lang gestreckten Rhizom und in den Wurzeln ebenfalls Pilzfäden und zwar treten dieselben in noch grösserer Menge als bei den besprochenen Formen auf. Die zarten Epidermiszellen sind zum grössten Teil zu langen Haaren ausgewachsen, wodurch das Wurzelsystem eine bedeutende Flächenausbreitung gewinnt. In manchen der Haare finden wir die Pilzfäden. Unterhalb der Epidermisschicht bleiben hier nicht drei bis vier Zelllagen pilzfrei, wie es bei den bisher besprochenen Pflanzen doch meist der Fall war, sondern fast durchgängig treten schon in der zweiten Schicht die Mycelien auf, zu äusserst wiederum in schleimlosen Zellen, welche aber durchaus erfüllt sind und dann in solchen, die Schleim führen. Es bleiben hier auch ebensoviel Schichten in der Umgebung des Centralstranges verschont. Ausser im Rhizome und den Wurzeln, deren Vegetationspunkt verschont bleibt, kommt der Pilz auch in dem Stengel vor und zwar bis zu der Höhe, von wo ab sich Chlorophyllkörner vorfanden. Diese Strecke beträgt jedoch kaum 1 cm; die Chlorophyllbildung kann hier desswegen so tief unten schon beginnen, weil der Stengel sich nicht aus dem Erdboden, sondern aus der Moosdecke erhebt, welche den Lichtzutritt noch bis zu einiger Tiefe gestattet.

Die nunmehr zu beschreibenden Pflanzen sind bezüglich der Verbreitung der Mycelien in ihren unterirdischen Teilen wesentlich von den bisher besprochenen verschieden. Die Ausbreitung ist zwar auf dem Querschnitt im Grossen und Ganzen noch dieselbe, nicht aber in der Richtung der Längsaxe der Wurzel. Der Pilz erreicht nicht mehr das Rhizom, beziehungsweise den Stengel, sondern verschwindet im Basalteile der Wurzel, in einiger Entfernung von deren Ansatzstelle.

Platanthera bifolia Rchb. **Platanthera chlorantha** Custer.

Bei diesen beiden Pflanzen ist die Schleimbildung eine geringe, die Mehrzahl der Zellen ist frei davon. Die langgestreckte Knolle ist frei von Hyphen, wohl aber finden sich welche in dem unteren verjüngten Teil; und zwar von der Epidermis nach der Axe zu sind es dieselben Schichten, die infizirt sind, wie sie oben bei den Wurzeln verzeichnet wurden; auch reicht das Mycel in diesem dünnen Knollenteile nicht bis an die Haube. In der Wurzel selbst geht es nicht ganz bis zur Basis, eine Strecke von ungefähr 1 mm bleibt unbewohnt.

Gymnadenia conopsea R. Br.

Diese Pflanze ist desswegen neben Platanthera zu stellen, weil sie in der eigentlichen Knolle Pilzfäden nicht beherbergt, wohl aber in ihren fingerförmig sich abgliedernden unteren Enden und zwar von der Region an, wo die Spaltung erfolgte, bis zu etwa 1 cm. von dem Vegetationspunkte. —

Orchis coriophora L, O. fusca, Jacq., O. sambucina L, Himantoglossum hircinum Spr., Ophrys muscifera Huds., Cephalanthera rubra. Rich., Serapias franco-gallica zeichnen sich alle dadurch aus, dass sie Mycelien nur in den Wurzeln führen, nicht in Stengel und Knolle.

Dieselben verbreiten sich wiederum in den mittleren Schichten zwischen Epidermis und Gefässbündelstrang, kommen mit und ohne Schleim vor und sind ausserdem in den Haaren anzutreffen.

Epipactis rubiginosa Gaud., **E. palustris** Crntz., **E. latifolia** All., **Cypripedium Calceolus** L., **Listera ovata** R. Br.

Diese Arten besitzen ein hartes Rhizom, von dem eine Menge langer Wurzeln ausgehen, die mit grosser Festigkeit an ihm befestigt sind. Die Wurzeln selbst sind ausgezeichnet durch ihre stark verdickten und verholzten Zellwände. Der Querschnitt zeigt bei allen eine bedeutend verdickte Epidermis, ferner ein Grundgewebe aus verhältnismässig dickwandigen Elementen und zu innerst einen Strang von kleinlumigen Zellen mit starken Wänden. Viele und grosse Holzgruppen verleihen dem centralen Strang grosse Festigkeit. Dieses ganze Wurzelgewebe muss dem Pilze einen bedeutenden Widerstand leisten, und sein spärliches Auftreten beweist es auch. Die meisten Wurzeln des Rhizoms, man

kann schätzen $\frac{4}{5}$ von der Gesammtzahl, sind pilzfrei, ja selbst ganze Individuen finden sich, die ohne Schmarotzer sind. Die Ausbreitung des Pilzes in den befallenen Wurzeln ist eine ähnliche wie die oben beschriebene, nur ist die Zahl der befallenen Schichten eine geringere und die Ausbreitung des Parasiten keine so gleichmässige, so dass der Cylindermantel oft kein vollständiger ist. Dass höchst wahrscheinlich die dicken, verholzten Zellwände der grösseren Ausbreitung der Hyphen eine Schranke entgegensetzen, ist auch ersichtlich an dem weiteren Zurückbleiben der Mycelfäden von der Basis der Wurzel, woselbst die Verdickung noch bedeutender ist. Die Verhältnisse bezüglich der Schleimbildung sind ähnliche, wie die oben geschilderten. —

Nachdem wir in den genannten einheimischen Arten und bei den einzelnen Arten wieder in allen ausgewachsenen Exemplaren Pilzmycelien gefunden hatten, war die Frage naheliegend, ob die exotischen Formen auch Mycelien enthalten. Die beobachteten ausländischen Arten, aus den hiesigen Gewächshäusern entnommen, waren sammt und sonders von Pilzen bewohnt. Im Folgenden mögen die betrachteten Fälle etwas näher beschrieben werden.

Dendrobium speciosum Smth.

Das Mycel findet sich in den äusseren Lagen meist ohne, in den mittleren mit jenen gelben, bereits besprochenen Schleimmassen. Hier ist das Mycel freilich nicht so regelmässig verbreitet wie bei unsern einheimischen Arten, es bilden die infizierten Zellen keinen geschlossenen Cylindermantel. Es ist vielmehr so, dass ganze Stellen pilzfrei bleiben, dass z. B. auf dem Querschnitt zwei oder drei aneinandergrenzende Zellen bewohnt sind und die Nachbarzellen wieder nicht. Auch sieht man hier nicht, dass die mittlere Region des Grundgewebes reicher vom Mycelium befallen wäre, als die äussere und innere, wie wir es bisher bei anderen Orchideen gefunden haben.

Seine unregelmässige Verteilung sowohl, als das spärlichere Auftreten überhaupt stehen wahrscheinlich im Zusammenhange mit dem Bau der Wurzeln, deren Grundgewebe aus sehr dickwandigen, verholzten Zellen besteht. Die Wurzelspitze ist frei vom Mycel, während dasselbe nach der anderen Seite das Grundgewebe des Rhizoms bewohnt. Auch in der Wurzelhülle ist es hin und wieder anzutreffen, und zwar verlaufen die Fäden, ohne sich zu verzweigen, quer durch das Velamen hindurch.

Ausser Dendrobiumwurzeln untersuchte ich Coelogyne cristata Lndl., Oncidium sphacelatum H. Cracov., Maxillaria pallidiflora Hook., Maxillaria squalens Hook., Vanda Roxburghii R. Br., Vanda furva Lind., Zygopetalum intermedium Hook., Cattleia crispa Lindl., Rodriguezia planifolia Lindl., Eria stellata Lindl., Stanhopea saccata Bat., Stanhopea Wardii Lood., Epidendrum ciliare L., Brassia Wagnerii Rchb. und einige unbestimmte Arten von Cymbidium u. Anguloa.

Die Luftwurzeln aller dieser Arten enthalten Hyphen, deren Verbreitung eine ähnliche ist, wie bei Dendrobium speciosum. Dieselben führen jedoch zum Teil die Mycelien nur so weit, als sie in der Erde oder überhaupt in dem aus Moos, Kohlen u. s. w. zusammengesetzten Bodenmaterial stecken. Untersuchungen an Herbarmaterial oder besser noch in der Heimat dieser Pflanzen müssen über die hier bloss angedeuteten Verhältnisse mehr Auskunft geben.

II. Beschaffenheit der Pilzfäden.

Da es mir, ebenso wie Eidam, nicht gelingen wollte, in Nährlösungen die Fructificationsorgane der Pilze zu erhalten, so war an eine Bestimmung derselben nicht zu denken.

Nach der Structur der Hyphen müssen wir annehmen, dass es verschiedene Pilzarten sind, welche in unsern Orchideen vorkommen. Sehr verschieden von allen anderen sind die Mycelien in den Rhizomen von Corallorhiza innata Hall.

Durch die charakteristischen Schnallenbildungen erweisen sie sich als zu einem Basidiomyceten gehörig.

Bei den übrigen Arten fehlen die Schnallenbildungen; die Hyphen sind farblose, quer gegliederte, ziemlich dicke Schläuche von gleichbleibendem Durchmesser, mit einigen weiter unten zu besprechenden Ausnahmen. Neben diesen derberen Hyphen fand ich — manchmal auch allein für sich — in verschiedenen Orchideen (Gymnadenia, Cypripedium, Listera) viel zartere Fäden, die sich im übrigen in Bezug auf Verästelung und Verbreitung den gröberen ähnlich verhielten. — In einigen Fällen fand ich bei Platanthera bifolia Rchb. und Epipactis latifolia All. lokale Anschwellungen der Hyphen. Es waren intercalare und auch terminale knopfförmige, aber auch lange keulige Auftreibungen, die auf den ersten Blick wie beginnende Sporenbildungen aussahen. Diese Gebilde traten auch kettenförmig hintereinander auf, waren

reicher an Protoplasma als der Fadenteil und besassen grosse Vakuolen. In der Kultur wuchsen sie wieder zu gewöhnlichen Fäden aus, ohne sich zu Reproductionsorganen auszubilden. — Auch in und an den abgestorbenen Wurzeln fand ich niemals irgend welche Fruktifikationsorgane.

III. Die Pilzfäden und ihr Verhalten zu Zellwand und Zellinhalt.

Das Aussehen der infizirten Zellen ist durch den Parasiten nicht wesentlich verändert. Auch dem Wachstum der Zellen in der vorderen Gegend der Wurzel, wo der Pilz zu einer Zeit auftritt, wo die Zellen noch lange nicht die definitive Grösse erreicht haben, ist der Parasit nicht im mindesten hinderlich gewesen: Längen- und Dickenwachstum der Wände, sowie deren specifischen Verdickungen bei den verschiedenen Arten sind keineswegs abnorme geworden. Der Zellkern und der Protoplasmakörper haben keinerlei sichtbare Störung erfahren.

Der Kern ist z. B. bei Platanthera, Gymnadenia, den Orchisarten u. a. ausserordentlich gross, zeigt deutliche Contour und Kernkörperchen, sammt Vakuolen. Er wird von den Mycelfäden niemals durchwachsen, zeigt überhaupt keinerlei Beziehung zur Wachstumsrichtung der eindringenden Fäden, so dass diese in dem einen Falle direkt auf ihn loswachsen, sich an ihn anlegen und ihn zum Teil umgürten, während sie in dem andern die Zelle fast schon erfüllen, sich verzweigen und viel später erst mit dem Kerne in Berührung kommen.

Wenn wir vom vorwärts dringenden Ende des Fadens aus zurückgehen bis dahin, wo sich durch reichliche Sprossungen das Hyphengeflecht bedeutend vermehrt hat, so sehen wir dasselbe die Zellen ganz erfüllen und oft ist eben blos der Pilz oder dieser mit Schleim zu sehen, nicht aber Kern, Protoplasma, Stärke u. s. w.

Färbt man jedoch diese Schnitte mit geeigneten Reagentien, so sieht man den Kern ganz deutlich zwischen dem Wirrwar der Fäden hindurch und bemerkt, dass derselbe weder Gestalt, noch Grösse verändert hat. In solchen vom Mycel ganz ausgefüllten Zellen lässt sich die Untersuchung des Protoplasmas freilich schwer vornehmen, wählt man aber Zellen, deren Lumina etwa nur zu $\frac{3}{4}$ vom Pilz eingenommen sind, so lässt sich die Beobachtung schon ausführen. — Mehrfach liess ich bei dicken Schnitten von Platan-

thera, Gymnadenia, Corallorhiza u. a. verdünnten Alkohol oder Zuckerwasser einwirken, wodurch ein Zusammenziehen des Protoplasmas nachzuweisen war.

Interessanter erwies sich die Sache bei solchen Zellen von Orchis fusca Jacq., O. pallens L. u. a., die in ihrer Mitte einen Schleimklumpen besassen, zu dem von den Seiten her die Fäden liefen und ihn zum Teil auch noch umschlangen.

Hier liess sich durch Anwendung von Zuckerwasser ein Abheben des Plasma vom Schleimklumpen herbeiführen und nach Entfernung desselben wieder aufheben.

Es erhellt hieraus, dass der Protoplasmakörper nicht durch den Schmarotzer getödtet wird. —

Wenden wir noch einen Blick auf das Verhalten der Pilzfäden zur Zellwand. Es wurde bereits hervorgehoben, dass in den stark verdickten Wurzelzellen von Epipactis, Cypripedium etc. dieselben wahrscheinlich ein nicht unbedeutendes Hindernis für das Fortwachsen finden.

In der Mehrzahl der Fälle dagegen, z. B. bei Platanthera, Orchis, Ophyris, Gymnadenia etc. ist für die Hyphen die Durchbohrung eine leichte Arbeit. Darum auch ihre reichliche Verbreitung in solchen Pflanzen und darum die bestimmte Art des Weiterwachsens. Die Spitze des Fadens hat schon die zweite, dritte neue Zelle erreicht, ehe die erste Verästelung stattgefunden hat.

Das Fortwachsen geschieht nun nach Längs- und Querrichtung gleichmässig, so dass das ganze umliegende Gewebe gleichzeitig durchwuchert wird.

Der durchwachsende Faden trifft mit seiner Spitze mitten auf die Zellwand auf. Bei der Durchbohrung selbst verdünnt er sich in manchen Fällen ein wenig und schwillt hinter und vor der Durchgangsstelle etwas an, nicht aber plötzlich und knopfförmig, sondern ganz allmälig. Meist aber unterbleibt die Gestaltsveränderung.

Mit Chlorzinkjod behandelt färbte sich die Zellmembran schön violett, wobei sich die Pilzfäden deutlich abhoben.

Der Rand des durchbohrten Loches ist ganz glatt, keinerlei Erhebungen oder Aufstülpungen sind zu sehen, so dass man annehmen darf, dass die Membran an der Durchschnittsstelle von dem Pilze aufgelöst worden ist.

Ganz anders und in höchst interessanter Weise gestaltet sich das Verhalten des Pilzes zur Zellwand bei Epidendrum viscidum

und Cephalanthera grandiflora Babgnt. Die Zellen führen (Fig. *C*) in der Mitte einen Ballen, von welchem Fäden ausstrahlen. Diese letzteren sind hier sehr breit, breiter als in allen den bisher betrachteten Fällen und zeigen auch nicht die schmutzigweisse Farbe des Mycels; sie sind strohgelb gefärbt, wie die centralen Ballen selbst.

Die Structureigentümlichkeiten treten am deutlichsten hervor nach der Wurzelspitze hin, in den Regionen, die der Pilz erst spärlich bewohnt. Da zieht sich manchmal nur ein einziger sehr breiter, hellgelber Faden durch die Zelle.

Der centrale Ballen ist nicht von Fäden umsponnen, von ihm aus gehen vielmehr die wenigen Fäden wie straffgezogene Bänder nach den Zellenwänden und, nachdem diese durchbrochen sind, wieder nach dem Klumpen der Nachbarzelle. Das sonstige Aussehen der Zellen bietet nichts Besonderes. Kern, Stärke, Oeltröpfchen, Raphiden etc. bieten das gewöhnliche Aussehen. Ebenso zeigt die Ausbreitung des Pilzes in der Wurzel nichts Auffallendes: er findet sich in den mittleren Zellenlagen zwischen Epidermis und Centralstrang. Die auffällige Breite der zwischen Zellwand und Schleimklumpen ausgespannten Bänder, sowie auch ihre Farbe, besonders aber ihr Verlauf, der nicht ein Winden und Hin- und Herschlängeln war, wie in all den betrachteten Fällen, liessen mir in ihnen etwas anderes vermuten als blosse Mycelfäden; dazu kam noch, dass ich bei stärkerer Vergrösserung in den Bändern helle schmutzigweise Streifen der Länge nach verlaufen sah (Fig. *A*).

Durch Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure verschwanden mit den Zellulosewänden sofort auch die Bänder, sowie auch der äussere Teil der oben erwähnten Ballen.

Um den Vorgang besser beobachten zu können, legte ich die Schnitte in verdünnte Schwefelsäure und nun konnte ich deutlich sehen, wie Zellwände und Bänder sich allmälig auflösten. Aber der oben schon genannte helle Streifen inmitten eines jeden Bandes blieb als ein dünner Faden zurück, aber nicht mehr gespannt, sondern hin- und hergebogen. Zugleich beobachtete ich, wie von dem centralen Ballen eine peripherische Masse sich abhob und allmälig auflöste. Zugleich verlor der übrig gebliebene mittlere Teil seine helle Farbe und erhielt ein körniges Aussehen.

In demselben konnten nunmehr, nach Behandlung mit geeigneten Reagentien, die hin und her gewundenen Hyphen gesehen werden, welche mit den quer durch das Lumen verlaufenden Fäden im Zusammenhang waren.

Die um die letzteren, sowie um den centralen Teil des Ballens gelegenen Hüllen bestehen aus Cellulose. Es ist also der Pilz umgeben von einer eigentümlichen Cellulosehülle, die um den von Hyphen durchwucherten Schleimballen eine Kapsel bildet, welche mit den Scheiden der ausstrahlenden Fäden ein zusammenhängendes Ganzes darstellt. Aehnliche Cellulosescheiden um in Zellen eingedrungene Pilzfäden sind schon mehrfach beobachtet worden, so in neuerer Zeit von Leitgeb[1]) um die Fäden von Completoria complens, die in den Zellen der Farrenprothallien wuchern und von Wolff[2]) um die Hyphen der Brandpilze in unseren Getreidepflanzen. Letzterer Forscher giebt über die Entstehung solcher Scheiden an (pag. 20): „Es tritt hierbei der eigentümliche Umstand ein, dass der Faden, sobald seine Spitze in das Innere der Zelle tritt, nicht frei in dieses hineinwächst, sondern von den inneren Schichten der Zellwand, welche sich gleichsam ausstülpen, wie in eine Scheide von bald grösserer, bald geringerer, oft sehr beträchtlicher Stärke eingeschlossen wird und in dieser bis zur nächsten Zellwand weiter wächst.“ Diese Entstehungsweise der Cellulosescheiden scheint mir für unsere Fälle durchaus unwahrscheinlich, doch konnte ich keinen Aufschluss gewinnen, weil in allen untersuchten Fällen mir bloss fertige Zustände vorlagen.

Es ist schwer, den Verlauf des Fadens in dem Klumpen zu beobachten, weil der Schleim völlig undurchsichtig und ausserdem gegen alle Reagentien ausserordentlich resistent ist. Nach langem Kochen in Wasser war zu sehen, dass die Pilzfäden nicht direkt durch die Ballen gehen, sondern sich in ihnen erst hin und herwinden. Dasselbe Verhalten zeigte sich überhaupt in dem Schleim aller Orchideenwurzelzellen.

In dem Vorhergehenden ist gezeigt worden, dass mit wenigen Ausnahmen alle ausgewaschenen Orchideen von Pilzfäden durchwuchert sind. Die Verschiedenheiten des Standortes der Nährpflanzen bringen keine Abänderung hervor. Pflanzen, die an der Sommer- und andere wieder, die an der Winterseite der Berge stehen, solche aus Nadelholz und solche aus Laubwäldern, Orchisarten von feuchten Wiesen, Epipactis latifolia All. von den trockensten Bergriffen, alle beherbergen Pilzmycelien.

---

[1]) Leitgeb, Completoria complens Lohde, in Farrenprothallien.
[2]) Wolff, Der Brand des Getreides, seine Ursachen und Verhütung. Halle 1874.

Eine schon von anderer Seite angeregte Frage ist die nach dem Verhalten der Pilzfäden zu den Schleimmassen, die wir in den Wurzeln antreffen. Es ist zunächst hervorzuheben, dass im allgemeinen die Mycelien diejenigen Zellen durchwachsen, welche mit Schleimballen versehen sind. Dass aber diese Schleimbildung nicht durch die Pilzfäden verursacht wird, geht schon daraus hervor, dass manche mit reichlichem Schleim versehenen Organe, wie die Orchideenknollen, mit Ausnahme ihrer verjüngten Teile, vollständig pilzfrei sind. Uebrigens sehen wir bei jedem Exemplare die äussere und die innere Lage des befallenen Hohlcylinders ohne jede Spur von Schleim, trotzdem ihre Zellen prall von Hyphen erfüllt sind.

IV. Einwanderung und Ausbreitung der Mycelien.

Die Einwanderung der Pilzfäden in neu angelegten Wurzeln gestaltet sich am einfachsten bei denjenigen Orchideen, die auch im Rhizom oder Stengel den Schmarotzer beherbergen: Goodyera repens R. Br., Orchis militaris L., O. mascula L., O. pallens L., Neottia Nidus avis L. Die neuen Wurzeln bekommen hier den Pilz gleich vom Rhizom, beziehungsweise Stengel aus mit. Die Einwanderung erfolgt aber nicht gleich bei der ersten Anlage der Wurzel, sondern erst, nachdem sie mit Haube und Vegetationspunkt aus dem Mutterorgan hinausgerückt ist.

Diese Zellen der Wurzelhaube und die in der Nähe des Vegetationspunktes bleiben also pilzfrei.

Wir haben weiter oben gesehen, dass auch in älteren Wurzeln diese Teile von Pilzen verschont bleiben.

Nicht so leicht wie in den besprochenen Fällen können die Pilze in die neuangelegten Wurzeln gelangen bei denjenigen Orchideen, deren Wurzelbasen pilzfrei sind. Hier müssen die Hyphen in jede Wurzel aus dem umgebenden Erdboden besonders eindringen.

Durch folgende Versuche gelang mir der Nachweis, dass die Mycelien wirklich von aussen in die neuen Wurzeln eindringen. Hierzu wurden im Monat Juli ausgegrabene Knollen von Platanthera bifolia Rchb. verwendet. Bei dieser Orchidee hatte die Knolle für die nächstjährige Pflanze ihre definitive Grösse schon fast erreicht und über ihr befanden sich neue Wurzeln in der Länge von 3—6 cm. Die wenigsten von ihnen zeigten eine dunklere Färbung, sie waren schon von Pilzen besucht, die anderen

waren hell, fast durchscheinend und zahlreiche Durchsuchungen erwiesen, dass sie noch nicht infizirt waren. Die jungen Knollen brachte ich nun unter eine Glasglocke und belegte die pilzfreien Wurzeln, sowie die verjüngten Knollenteile von Platanthera bifolia Rchb. und Gymnadenia conopsea R. Br. mit Stücken von Wurzeln derselben Pflanzen, die reichlich erfüllt waren von dicken lebensfrischen Pilzschläuchen. Nach 4—5 Tagen wurde die Untersuchung jener belegten Stellen vorgenommen und es zeigte sich, dass die Infektion in einzelnen Fällen wirklich gelungen war. In den äusseren Zellen der Wurzeln fand sich das noch wenig verästelte Mycelium, das aber, wahrscheinlich der ungünstigen Bedingungen halber, sich nicht weiter ausbreitete.

Keimpflanzen sind häufig pilzfrei.

Die hier mitzuteilenden Untersuchungen wurden an im Mai und Juni ausgegrabenen Pflänzchen angestellt. Die Species konnte nicht immer mit Sicherheit erkannt werden. Ein nicht bestimmbares Keimpflänzchen, das nur ein kleines Laubblatt und eine Wurzel trug und dessen Knolle erst in Gestalt einer geringen Anschwellung vorhanden war, zeigte sich in allen Teilen pilzfrei.

Ein anderes, wahrscheinlich von O. militaris L., besass zwei Laubblätter, ein Knöllchen von 1 cm. Länge und $^3|_4$ cm. Breite und drei circa 1 cm. lange Würzelchen. Der Pilz war sowohl im Stengel, als auch in den Wurzeln zu finden.

Von Platanthera bifolia Rchb. untersuchte ich ein Keimpflänzchen von derselben Grösse wie das ersterwähnte, dann eins mit schon deutlicher Knolle und 2 cm. langen Wurzeln, und beide waren noch nicht inficirt. Eins dagegen mit eben nicht grösseren Wurzeln war vom Pilz befallen. Dieser trat etwa 2 cm. hinter dem Vegetationspunkte der Wurzel auf, und zwar liessen sich die unverästelten Fäden durch die Epidermis und die darunter liegenden Schichten hindurch verfolgen; in der dritten Zellenlage hatten sich einige Verzweigungen gebildet, doch waren die Zellen noch lange nicht erfüllt. In der Längsrichtung der Wurzel hatte der Pilz erst wenige Zellen durchwachsen und ebenso hatte er den Weg seitlich um die Wurzel herum noch nicht zurückgelegt.

Eine bestimmte Wachstumsrichtung lag nicht vor, man sah die Fäden sowohl nach dem Vegetationspunkte zu, als in entgegengesetzter Richtung wachsen.

Bei den Keimpflänzchen von Platanthera bifolia Rchb., deren Knöllchen unten auch schon verjüngt waren, zeigte sich der Pilz in diesem unteren Teile ebenfalls, nie aber in der eigentlichen

Knolle selbst. Die Eintrittsstelle befand sich ziemlich hoch oben und es wuchsen von dort aus die Fäden nach allen Richtungen hin gleichmässig. Nun fanden sich auch Pflänzchen von derselben Grösse, ja auch solche von höherem Alter und mit längeren Würzelchen, die den Pilz noch nicht in sich bargen.

Es hängt also dessen Einwanderung nicht ab von der Grösse oder dem Alter des Wirtes, sondern davon, ob das Pflänzchen gerade zufällig an einer Stelle im Erdboden steht, wo der Pilz sich vorfindet.

In solchen Pflanzen', in denen die Pilzfäden ausser in der Wurzel auch in Rhizom und Stengel vorkommen, wird der Parasit wohl nur an einer oder wenigen Stellen einwandern, um von dort aus sich in allen Teilen des Wurzelsystems zu verbreiten. So erklärt es sich, dass ich von Corallorhiza, Neottia, Goodyera, Ophrys etc. kein einziges pilzfreies Exemplar, ja bei nicht zu jungen Pflanzen, keine Wurzel fand, die nicht infizirt gewesen wäre.

Trotz vielfacher Untersuchungen ist es mir nie gelungen, bei den knollentragenden Arten von Ophrys, Orchis, Platanthera, Gymnadenia, Serapias ein Hinüberwachsen des Pilzes aus dem basalen Teile des diesjährigen Stengels in die aus letzterem hervorsprossende Knospe und Knolle zu beobachten.

V. Parasiten in den Wurzeln einiger anderer Monocotylen.

Die allgemeine Verbreitung von Pilzmycelien in den Wurzeln aller unserer Orchideen veranlasste mich nachzuforschen, ob nicht auch andere, an denselben Standorten vegetirende Pflanzen analoge Erscheinungen aufweisen. Ich nahm deshalb von meinen Exkursionen solche Pflanzen zur Untersuchung mit, die in unmittelbarer Nachbarschaft von Orchideen standen.

Unter den zahlreichen untersuchten Pflanzen fanden sich nur wenige, welche in ihren Wurzeln ebenfalls Pilze beherbergten, deren Mycelien aber verschiedene Gestalt und Ausbreitung aufwiesen.

So fand ich in den langen Wurzeln von Arum maculatum L. Mycelien von unregelmässigem Verlauf, welche die verschiedenen Schichten des Grundgewebes durchsetzten. Das Mycelium verästelte sich wenig, und erfüllte die Zelle nicht, sondern wuchs direkt von Zelle zu Zelle. Die einzelnen Schläuche sind sehr breit,

etwa um das doppelte dicker als die der gewöhnlichen Orchideenpilze, und besitzen sowohl keulenförmige Anschwellungen an der Spitze, als auch erhebliche intercalare Verbreiterungen. Ihr Hauptunterscheidungsmerkmal liegt aber darin, dass sie sich sowohl interzellular als intrazellular verbreiten. Dieselben Eigenschaften gelten für die Mycelien, die ich in Colchicum autumnale L. und Allium Scorodoprasum L. auffand.

Hier mag noch ferner das Vorkommen eines zweiten Parasiten in Wurzeln, Knolle und Stengelbasis von Serapias franco-gallica erwähnt werden. Während aber diese Pflanze die gewöhnlichen Mycelien ganz regelmässig aufweist, so tritt der zuletzt erwähnte Parasit nur sporadisch auf und bewohnt fast ausschliesslich die Epidermiszellen, in welchen auch Sporen erzeugt werden.

Da ich aber die weitere Entwickelung der letzteren nicht beobachtet habe, so begnüge ich mich mit diesen Angaben, die ich, sowie die vorhergehenden nur mitgeteilt habe, um zu zeigen, wie der in dieser Arbeit behandelte Parasitismus in den Orchideenwurzeln durch bestimmte gemeinschaftliche Merkmale characterisirt ist und so ein Stück in sich abgeschlossenen Pflanzenlebens darstellt. —

Zusammenfassung.

Die gefundenen Resultate kurz zusammenstellend, ergeben sich folgende Sätze:

Pilzmycelien sind, mit seltenen Ausnahmen, in den unterirdischen Organen aller untersuchten einheimischen und ausländischen Orchideen, entweder zugleich in Wurzel und Rhizom, oder Wurzel und Basalteil des Stengels oder nur in den Wurzeln verbreitet und zwar stets intrazellular.

Bei den einen Formen, wo die Hyphen aus der befallenen Wurzel in Stengel oder Rhizom und von da aus wieder in andere Wurzeln direkt hinüberwachsen, was besonders bei Formen mit zartwandigem Grundgewebe der Fall ist, findet man auch nicht eine Wurzel pilzfrei.

Muss dagegen der Parasit in jede Wurzel der Orchidee besonders eindringen und sind auch durch den anatomischen Bau des Grundgewebes dem Weiterwachsen erhebliche Schwierigkeiten geboten, so ist die Verbreitung spärlich und nur auf einzelne Teile des Wurzelsystems beschränkt.

Ganz vorwiegend finden sich die Pilzfäden in den mittleren

Schichten des Grundgewebes und treten meist in schleimführenden, aber auch in schleimlosen Zellen auf.

Der Eintritt durch die Epidermis erfolgt da, wo zufällig das im Erdboden verbreitete Mycel mit der Wurzel in Berührung kommt.

Die eingedrungenen Fäden wachsen im Grundgewebe gleichmässig nach allen Richtungen hin; nur die vorderen 6—8 Zellschichten der Wurzelspitze verschonend. —

In Cephalanthera grandiflora Babgut. — nicht aber in den übrigen Cephalanthera-Arten — und in Epidendrum viscidum verursacht der Parasit eine Zelluloseabscheidung sowohl um seine Fäden herum, als auch um die Schleimballen. —

Die jungen Pflänzchen, die sich aus Samen entwickeln, nehmen den Schmarotzer sehr früh auf, entwickeln sich aber trotzdem ungestört weiter, wie überhaupt durch dessen Anwesenheit das Gedeihen der Pflanzen nicht beeinträchtigt zu werden scheint: Blätter und Blüten entwickeln sich durchaus normal und auch ein Blick in das Innere des Wurzelkörpers zeigt keinerlei Deformationen. Eine Beeinträchtigung der Wirtspflanze durch den Eindringling ist also nicht wahrzunehmen; ob aber, wie Pfeffer[1]) annimmt, die Pilzfäden ihrem Wirthe Nutzen bringen, das ist eine Frage, welche die mir vorliegenden Beobachtungen nicht zu entscheiden erlauben. Vergleichende Culturversuche mit jungen pilzfreien und pilzbehafteten Pflanzen können allein die Entscheidung der hier aufgeworfenen Frage herbeiführen.

[1]) Ueber fleischfressende Pflanzen und über Ernährung durch Aufnahme org. Stoffe überhaupt. Sep.-Abdr. d. landw. Jahrb. 1877 pag. 997.

Erklärung der Tafel.

Tafel XI.

Sämmtliche Schnitte sind von Wurzeln von Cephalanthera grandiflora Babgnt.

Fig. *A* zeigt die Zellen mit dem gewöhnlichen protoplasmatischen Inhalt, ferner in der Mitte die Schleimklumpen von Zellulosekapseln umgeben, nach denen von den Zellwänden aus die Pilzfäden, von Zellulosescheiden eingeschlossen, laufen. —

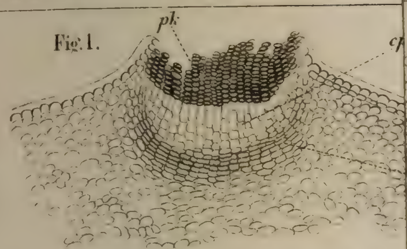
Fig. *C.* Eine Zelle stark vergrössert.

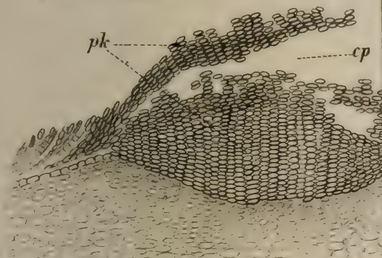
Bei *a* sieht man den Pilzfaden im Innern der Zellulosescheide, die an dem Punkte *b* sehr breit ist. An zwei Stellen ist der Schleim von seiner Zellulosehülle zurückgewichen und man sieht an der einen links, wie der Pilzfaden ohne die Scheide in den Ballen eintritt.

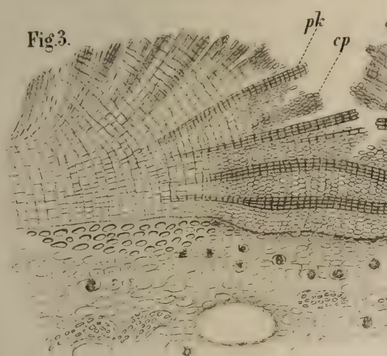
Fig. *B* enthält die rechte Hälfte von der Zelle 1 und die linke von 2, welche beide die Zellwand *a* trennt. *b* und *b'* sind Theile von Schleimballen, *d* und *d'* Zellulosescheiden um zwei Mycelfäden, die aus Zelle 1 in Zelle 2 übertreten.

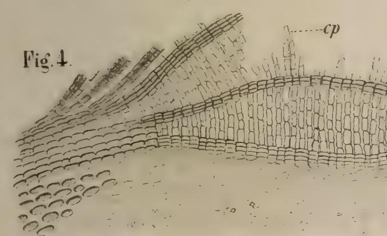
Diese Arbeit entstand im botanischen Laboratorium zu Jena unter Leitung des Herrn Prof. E. Stahl.

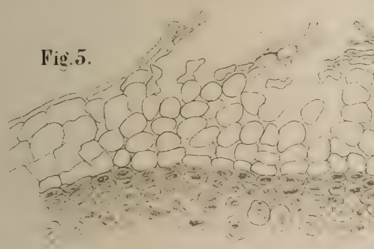
Ich benutze an dieser Stelle mit Freuden die Gelegenheit, meinem hochverehrten Lehrer wärmsten Dank auszusprechen, nicht nur für die Anregung, die er mir gab, sondern auch dafür, dass er mit Rat und That mir fördernd zur Seite stand. —

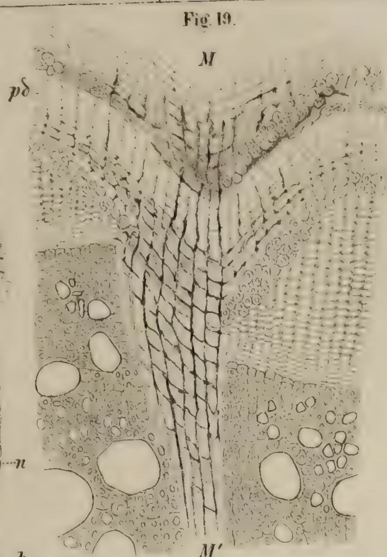


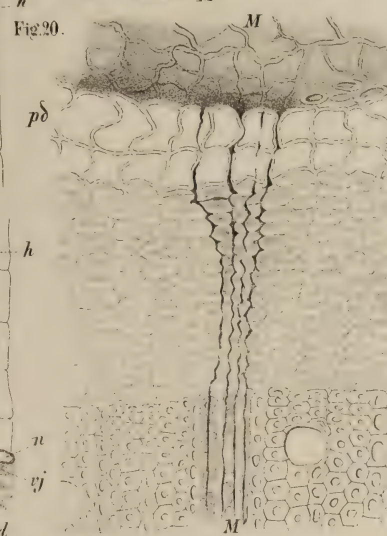


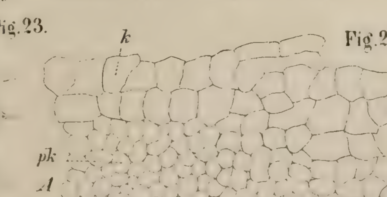


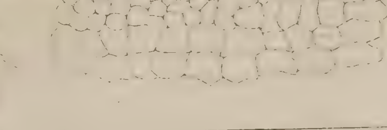












H. Klebahn ad nat. del.

Fig. 1. pk cp vj

Fig. 2. pk cp

Fig. 3. pk cp

Fig. 4. cp pk

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7. vj

Fig. 8. vj

Fig. 9. pk vj l

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12. n h n vj phd

Fig. 13. a b

Fig. 14. a

Fig. 15. pk cp pk vj

Fig. 16. pk cp pk vj

Fig. 17. j

Fig. 18.

Fig. 19. M pδ M′

Fig. 20. M pδ M′

Fig. 21. A B pk K

Fig. 22. k pk A B

Fig. 23.

Die Rindenporen.

Ein Beitrag zur Kenntniss des Baues und der Function der Lenticellen und der analogen Rindenbildungen.

Von

H. Klebahn.

Hierzu Tafel XII.

Historischer Rückblick.

Nachdem über die Lenticellen seit den Zeiten von Guettard (1745) und Duhamel (1758) die widersprechendsten Ansichten geherrscht hatten[1]), gab uns zuerst Stahl[2]) vor etwa einem Decennium sichere Kunde über das wahre Wesen dieser Organe. Durch sorgfältige entwickelungsgeschichtliche Untersuchung wurden von diesem Forscher die schon von Unger entdeckte Entstehung der Lenticellen unter Spaltöffnungen und der Zusammenhang, den sie mit diesen Organen haben, klargelegt, und die Vermuthung, sie möchten der Durchlüftung dienen, experimentell als richtig nachgewiesen. Stahls Resultate sind von den späteren Schriftstellern allgemein als richtig anerkannt worden und bilden noch jetzt die Grundlage jeder weiteren Forschung auf diesem Gebiete.

Eine wesentliche Ergänzung erfuhr unsere Kenntniss der Function der Lenticellen durch Haberlandt[3]), welcher nachwies, dass die Lenticellen namentlich auch die Transpiration befördern.

---

[1]) Man vergleiche die älteren Literaturangaben in den gleich zu citirenden Arbeiten von Stahl und Haberlandt.

[2]) E. Stahl, Entwickelungsgeschichte und Anatomie der Lenticellen. Bot. Zeitung 1873.

[3]) G. Haberlandt, Beiträge zur Kenntniss der Lenticellen. Sitzungsberichte der k. Akad. der Wiss. in Wien. Bd. 72 (1875).

Stahl hatte sich ausschliesslich mit den Lenticellen an den Stämmen, Zweigen und Wurzeln der Dicotylen und Gymnospermen beschäftigt; spätere Forscher suchten eine allgemeinere Verbreitung der Lenticellen nachzuweisen. Costerus[1]) beschrieb Lenticellen an den Luftwurzeln von Aroideenarten, sowie an den Stämmen und Blattstielen von Marattiaceen. Haberlandt[2]) wies das Vorkommen von Lenticellen an den Blattstielen mancher Dicotylen nach, und O. L. Müller[3]) fand Lenticellen auch an unterirdischen Axenorganen, insbesondere Knollen, ferner an Blüthenstielen und Früchten.

Eine Anzahl weiterer nach Stahl erschienener Schriften erwähne ich hier nur dem Titel nach, weil sie keine wesentlich neuen Gesichtspunkte enthalten[4]).

---

[1]) J. C. Costerus, het wezen der lenticellen en hare verspreiding in het plantenrijk. Inaug.-Diss. Utrecht 1875. cfr. auch
J. C. Costerus, sur la nature des lenticelles et leur distribution dans le règne végétal. (Archives Néerlandaises, T. X).

[2]) G. Haberlandt, Beiträge zur Kenntniss der Lenticellen. Sitzungsberichte der k. Akad. der Wiss. in Wien. Bd. 72 (1875).

[3]) O. L. Müller, Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte und Verbreitung der Lenticellen. Inaug.-Diss. a. d. Univ. Leipzig; erschien. Kaschau 1877. In Just's Jahresbericht nicht citirt.

[4]) 1874. De Candolle, Mittheilung in Bull. soc. bot. T. 21. p. 6.
Germain de S. Pierre, daselbst p. 32 seq.
— — — — — — — , observations relatives à l'étude des lenticelles. Daselbst p. 224 seq.

1877. d'Arbaumont, observations sur les stomates et les lenticelles du Cissus quinquefolia. Bull. soc. bot. T. 24. p. 18 seq. u. 48 seq.

1879. Stapf, über eine merkwürdige Form von Lenticellen. Verhandlungen der zool. bot. Gesellschaft in Wien. 1879.

1881. J. Kreuz, Entwickelung der Lenticellen an beschatteten Zweigen von Ampelopsis hederacea. Sitzungsbericht d. k. Akad. d. W. in Wien. Bd. 83. p. 228.

1881. H. Potonié, Anatomie der Lenticellen der Marattiaceen. Jahrbücher des k. bot. Gartens und Museums in Berlin. Bd. I.

1883. M. Treub, sur le Myrmecodia echinata Gaudich.
— — — , observations sur les plantes grimpantes du jardin botanique de Buitenzorg.
Beide in Annales du jardin botanique de Buitenzorg. Vol. III.

Vereinzelte weitere Originalbeobachtungen ferner in Schriften und

Es könnte überflüssig erscheinen, das Studium der Lenticellen wieder aufzunehmen, da bereits eine so reichhaltige Literatur vorhanden ist. Eine genaue Durchsicht der vorliegenden Schriften lehrt aber, dass keiner der genannten Forscher sich eingehender mit dem Studium der fertigen und älteren Lenticellen beschäftigt hat, auch Stahl nicht, da in seiner Arbeit der Schwerpunkt auf die Entwickelungsgeschichte gelegt ist. Ferner sind uns manche Eigenschaften des Korkgewebes (von dem die Lenticellen einen integrirenden Bestandtheil bilden) erst in neuerer Zeit genauer bekannt geworden[1]), und es bedürfen daher relativ dieser die Lenticellen einer Revision. Endlich finden sich einige Widersprüche in den erwähnten Schriften.

Durch eine längere und eingehende Beschäftigung mit den in Rede stehenden Organen habe ich eine Anzahl neuer, bis dahin unbekannter Thatsachen kennen gelernt. Ueber einen Theil derselben habe ich bereits eine kurze Mittheilung veröffentlicht[2]). Jetzt, nachdem ich auch das sommerliche Verhalten der Lenticellen studirt habe, bin ich im Stande, meine früheren Angaben wesentlich zu vervollständigen und zu verbessern. Die Untersuchungen, welche ich auf Anregung des Herrn Prof. Stahl in Jena unternommen habe, wurden grösstentheils in den botanischen Instituten der Universitäten Berlin und Jena ausgeführt. Den Herren Professoren Schwendener und Stahl, meinen verehrten Lehrern, namentlich aber dem letzteren, bin ich für ihre freundliche Anregung und Unterstützung zu hohem Danke verpflichtet. Ebenso spreche ich Herrn Prof. Eichler in Berlin und Herrn Dr. Costerus in Amsterdam meinen Dank aus, ersterem für die freundliche Unterstützung mit Material aus dem Berliner botanischen Garten, letzterem für die gütige Uebersendung seiner Originalpräparate von Angiopteris.

Lehrbüchern von: v. Höhnel (Pringsh. Jahrb. 1879), Wiesner (Sitzb. d. Wien. Akad. 1879 und Elemente der Anat. u. Phys.), De Bary (Vergl. Anat.), Pfeffer (Pflanzenphys.), Sachs (Vorlesungen), C. Eder (Sitzb. d. Wien. Akad. 1875) etc.

[1]) Man vergl. besonders:

v. Höhnel, über Kork und verkorkte Gewebe überhaupt. Sitzb. d. k. Akad. d. W. in Wien 1877. 1. Abtheilung. Bd. 76.

Wiesner, Versuche über den Ausgleich des Gasdrucks in den Geweben der Pflanzen. Sitzb. d. Wiener Akad. 1879.

[2]) Ueber die Structur und die Function der Lenticellen, sowie über den Ersatz derselben bei einigen lenticellenfreien Holzgewächsen. Berichte der deutsch. botan. Gesellschaft. Bd. I. p. 113 seq.

Zur Anatomie der Lenticellen.

Betrachten wir einen Querschnitt durch eine fertige Lenticelle im Laufe des Sommers, so erkennen wir leicht die von Stahl beschriebenen Elemente: nach innen zu die Verjüngungsschicht, aus zartwandigen, niedrigen, in Theilung begriffenen Zellen bestehend; darunter meist schön geschichtetes Phelloderm; nach aussen von der Verjüngungsschicht die Füllzellen, die bei den verschiedenen Pflanzen ein sehr mannichfaltiges Aussehen haben. Da meine Beobachtungen über diese letzteren Resultate ergeben haben, die von den Angaben Stahls und der übrigen Forscher wesentlich abweichen, so wird es zweckmässig sein, zunächst eine detaillirte Beschreibung einiger Specialfälle zu geben, um nach den dabei gewonnenen Resultaten dann die früheren Ansichten kritisch zu beleuchten.

Salix-Arten.

Ein Querschnitt durch eine Lenticelle von Salix amygdalina oder S. viminalis im Winterzustand (Fig. 2) zeigt uns nach aussen von der ruhenden Verjüngungsschicht ein ganz gleichmässiges Gewebe [1]) aus in radialer Richtung regelmässig geschichteten länglich runden Zellen, oft gegen 20 über einander, die in tangentialer Richtung etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2mal so lang sind als in radialer. Sie erscheinen auf Tangentialschnitten polygonal, sind an den Ecken abgerundet und lassen mässig grosse Intercellularräume zwischen sich frei. Diese verlaufen in radialer Richtung und sind auch auf Querschnitten erkennbar (Fig. 7); nach innen gehen sie durch die Intercellularen der Verjüngungsschicht und des Phelloderms in die intercellularen Lücken des Rindenparenchyms über. Die äussersten Zellen sind in der Regel verwittert und zum Theil gebräunt. Prüfen wir die Membranen auf ihr chemisches Verhalten, so ergiebt sich, dass wir es mit *echten Korkzellen* zu thun haben, deren Wandungen aus einer äusseren verholzten Lamelle *(Mittellamelle)*, einer dieser innen angelagerten *Suberinlamelle* und einer zu innerst liegenden *Celluloselamelle*

---

[1]) Ich vermuthete in Folge dessen, dass hier gar keine Verschiedenheit in den Schichten aufträte, cfr. meine Mittheilung p. 115.

bestehen. Da, wo zwei Zellen zusammenstossen, ist die Mittellamelle gemeinsam; an diesen Stellen besteht demnach die Wand aus fünf Schichten. Diese Füllzellen haben daher ganz die Structur, welche v. Höhnel als typisch für die Korkzellen nachgewiesen hat [1]).

Eine Verschlussschicht aus dichten Korkzellen ist also nicht vorhanden [2]), vielmehr gehen Intercellularräume, wie bereits erwähnt, durch alle Schichten gleichmässig hindurch.

Im Frühjahr gehen nun Veränderungen vor sich. Ungefähr gleichzeitig mit dem Wiedererwachen der Cambiumthätigkeit, oder meist wohl etwas später, beginnen auch die Zellen der Verjüngungsschicht sich zu theilen. Eine Zone dünnwandiger, in radialer Richtung langgestreckter Zellen (Fig. 1 *cp.*), deren Wandungen aus *reiner Cellulose* bestehen, wird unter den alten Schichten rasch gebildet (30. April) [3]). Die Verjüngungsschicht senkt sich dabei tief ein, woraus vielleicht zu schliessen ist, dass die Theilungen auf die unterliegenden Phellodermzellen mit übergehen. Durch diese Vorgänge und unter Mitwirkung der Rindenspannung werden dann früher oder später, mitunter alsbald, oft aber erst nach längerer Zeit, die alten Schichten gesprengt. Der so entstandene Zustand ist aber ein *rasch vorübergehender*, denn sehr bald erkennt man (2. Mai), dass unter den hohen Zellen neue, niedrige, von abweichenden Eigenschaften, gebildet worden sind. Diese färben sich mit Chlorzinkjod nicht blau, sondern gelb; mit Phloroglucin und Salzsäure werden sie roth; mit Kali werden sie gelb, beim Erwärmen körnelig; nach dem Kochen mit Kali zeigen sie eine zarte, durch Chlorzinkjod sich blau färbende, abgelöste innere Lamelle. Es sind also echte Korkzellen. Der Uebergang ist jedoch ein allmählicher: auf die langen Zellen folgen kürzere, dann quadratische, endlich niedrige. Die unverkorkten äusseren Zellen werden also sehr bald mit dem Parenchym ausser Verbindung gesetzt, sie gehen in Folge dessen zu Grunde, collabiren und werden braun. Die Zahl der Korkzellen dagegen wird immer grösser; die älteren sind zarter, die jüngeren werden allmählich resistenter. Die ältesten werden immer mehr nach aussen geschoben, während jüngere nachwachsen, und so nimmt die Lenti-

---

[1]) Ueber Kork und verkorkte Gewebe überhaupt. p. 529 seq.

[2]) Vergl. hiermit Stahl, l. c. p. 26.

[3]) Sommer 1883. Zu berücksichtigen ist, dass warme Witterung sehr spät eintrat.

celle schon Mitte Juni bis Anfang Juli wieder das Aussehen an, welches sie im Winter hatte; nur ist die Zahl der Zellen noch nicht wieder ganz so gross. Reste der unverkorkten Zellen, sowie der vorjährigen Schichten, sind mitunter noch erkennbar. Wir haben hier also einmal im Jahr einen *Wechsel von verkorkten und unverkorkten Zellen.*

Prunus Padus.

Im Winterzustand liegt nach aussen (vergl. hierzu Fig. 3 u. 4) von der Verjüngungsschicht zunächst und stets eine niedrige Schicht von korkähnlichen Zellen, etwa 2—3 über einander, die scheinbar lückenlos an einander grenzen. Was ausserhalb dieser liegt, werden wir weiter unten sehen. Die Neubildung im Frühjahr beginnt sogleich nach der Bildung der ersten Gefässe im Cambium mit der Entstehung einer niedrigen Lage rundlicher, *loser Zellen, deren Membranen Cellulosereaction geben.* Kaum sind jedoch diese (etwa 2—3 an der Zahl) ausgebildet, so entsteht bereits unter ihnen eine Lage oblonger, niedriger, dicht an einander schliessender Zellen, die ganz das Aussehen jener vorhin erwähnten abschliessenden Schicht hat, nur farblos ist, während jene meist gebräunt oder gelblich erscheint; es sind wiederum 2—3 Zellen. (So an der Spitze der Zweige schon am 1.—7. Mai). Untersucht man die Eigenschaften dieser Schichten genauer, so findet man, dass sie beide aus *Korkzellen* bestehen, die ganz wie die bei Salix beschriebenen eine verholzte Mittellamelle, eine Suberinlamelle und einen innersten Celluloseschlauch aufweisen. Nun werden aber nicht solche Korkzellen weiter gebildet, wie bei Salix, sondern nach einiger Zeit entstehen unter der Korklage wieder einige lockere, unverkorkte Zellen (19. Mai), denen dann wieder eine Korkschicht folgt, und *so wiederholt sich dieser Process mehrere Male im Jahr.* An einer neuangelegten Lenticelle fand ich bereits am 25. Mai zu äusserst *unverkorkte,* lockere, schon vertrocknete Zellen, dann eine *erste Korkschicht,* wieder *unverkorkte,* noch erhaltene Zellen, eine *zweite Korkschicht,* darunter endlich die *Verjüngungsschicht,* letztere in Theilung begriffen und zur Bildung neuer lockerer Zellen sich anschickend. Die Korkschichten sind sehr resistent und fest; wir finden daher stets eine Anzahl derselben, oft 4 über einander, durch die Reste der losen Zellen getrennt, erhalten. So auch im Winter, und zwar sind dies die oben nicht beschriebenen äusseren Schichten. Ganz aussen sieht man

zu beiden Seiten noch zahlreiche Reste der gesprengten Korkschichten, zumal an älteren Lenticellen.

Zwischen den lockeren, unverkorkten Zellen finden sich, wie man leicht erkennt, grosse und zusammenhängende Intercellularräume (cfr. Fig. 4 u. 15). Nicht so scheint es bei den Korkzellen zu sein. Auf Querschnitten sieht man keine Intercellularen, selbst nicht bei starker Vergrösserung, und erscheint überhaupt die ganze Schicht wie echter Kork (cfr. Fig. 15 u. 16). Betrachtet man jedoch einen Tangentialschnitt durch eine solche Korkschicht, so erkennt man, dass sie sich in drei Punkten von dem eigentlichen Periderm unterscheidet. *Ihre Zellen* (cfr. Fig. 10 u. 11) *sind nämlich* 1. *kleiner als die des Periderms*, 2. *nicht von tafelförmiger, sondern von polygonaler Gestalt*, *und* 3. *schliessen sie in den Ecken nicht lückenlos an einander, sondern lassen in jeder Ecke einen sehr feinen dreieckigen Intercellularraum zwischen sich frei.* Sorgt man dafür, dass die in diesen Intercellularen enthaltene Luft darin bleibt und nicht durch die Einlegeflüssigkeit verdrängt wird[1]), so kann man dieselben auch auf Querschnitten erkennen (cfr. Fig. 9), und zwar als zahlreiche, schwarze, die Korkschicht senkrecht durchsetzende Linien, wie ich dies in meiner früheren Mittheilung bereits gezeigt und abgebildet habe[2]). Es kann also auch hier, wie bei Salix ein *Luftverkehr durch alle Schichten* hindurch stattfinden.

Myrica Gale.

Im Winterzustand besteht die Lenticelle (Fig. 6 u. 8) aus einem ganz gleichmässigen, schön geschichteten Korkgewebe, in dessen Membranen die drei oben besprochenen Lamellen sich leicht nachweisen lassen. Eine Verschiedenheit ist in den Schichten nicht zu entdecken. Die Neubildungen im Frühjahr beginnen sehr spät; erst am 27. Juni konnte ich sie sicher feststellen, und zwar waren sogleich wieder Korkzellen gebildet, die sich von den im Vorjahre zuletzt entstandenen in nichts unterschieden. Wenn jedoch die Schnitte mit Kali gekocht und dann mit Chlorzinkjod behandelt wurden, ergab sich, dass die im Vorjahre zuletzt gebildeten Zellen eine etwas dickere Celluloselamelle besitzen. Nur an dieser Differenz und an dem meristematischen Zustand der Verjüngungs-

[1]) Durch Schneiden in Glycerin und Einlegen in Gummi arabicum + Glycerin.

[2]) l. c. p. 114 und Taf. IV Fig. 1—3.

schicht konnte überhaupt das Vorhandensein einer Neubildung erkannt werden. *Bei Myrica besteht also die ganze Lenticelle nur aus fast ganz gleichmässigem Korkgewebe.* Zwischen den Korkzellen, die von niedriger, oblonger, abgerundeter Gestalt sind, ist ein System von in radialer Richtung verlaufenden Intercellularen auch auf Querschnitten leicht wahrzunehmen.

Folgerungen.

Im Vorstehenden haben wir dreierlei verschiedene Ausbildungsformen der Lenticellen kennen gelernt: bei Myrica besteht die ganze Füllsubstanz aus Korkzellen; bei Prunus Padus und Salix wechseln verkorkte und unverkorkte Schichten mit einander ab, dieser Wechsel vollzieht sich einmal im Jahr bei Salix, mehrere Male bei Prunus.

Versuchen wir, die gefundenen Thatsachen mit den Angaben Stahls [1]) in Einklang zu bringen, so stossen wir auf einige Schwierigkeiten. Myrica müssten wir zu den Lenticellen rechnen, bei welchen die Füllzellen *in engerem Verbande* bleiben [2]), Prunus Padus dagegen zu denjenigen, in welchen *lose Füllzellen* mit zusammenhängenden Zellschichten, den *Zwischenstreifen,* abwechseln [3]); Salix endlich würde zu keiner von beiden Gruppen passen. Nun ist bei Stahl ferner von einer *Verschlussschicht* die Rede, die nicht mit den Zwischenstreifen zu verwechseln ist [4]). Dieselbe soll, wie auch die späteren Forscher zugeben, aus echtem Periderm, d. h. aus lückenlos an einander schliessenden Korkzellen [5]) bestehen. Bei Prunus Padus könnten wir nur die vor Beginn des Winters zuletzt gebildete Korkschicht dafür halten [6]). Diese besitzt aber Intercellularräume; sie bewirkt auch keinen Verschluss, wie ich experimentell nachweisen konnte (cfr. unten); sie unterscheidet sich endlich von den übrigen Korkschichten der Lenticelle, die wir nach Stahl Zwischenstreifen nennen müssten, gar nicht, bei andern ähnlich gebauten Lenticellen nur unwesentlich. *Die Unterscheidung zwischen Verschlussschicht und Zwischenstreifen ist also nicht durchführbar.* Bei Myrica und Salix ist

---

[1]) l. c. p. 21—24.

[2]) Typus II meiner früheren Mittheilung. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. I p. 115.

[3]) Typus I daselbst p. 114.

[4]) l. c. p. 26.

[5]) de Bary, Vergl. Anat. p. 578.

[6]) „Letzter Zwischenstreifen". Meine Mittheilung p. 115 u. 121.

überhaupt keine Schicht vorhanden, die auf den Namen Verschlussschicht Anspruch machen könnte, wir müssten denn das ganze verkorkte Gewebe, bei Myrica also die die ganze Lenticelle, so nennen wollen; ebensowenig kann hier von Zwischenstreifen die Rede sein, obgleich bei Salix ein Schichtenwechsel vorkommt. Soviel über die dichten, verkorkten Schichten. Was die losen Zellen bei Prunus betrifft, so hat man diese bisher wohl *Füllzellen* genannt; mit demselben Namen müssten wir offenbar die unverkorkten, analogen Zellen bei Salix bezeichnen, und die Lenticelle von Myrica besässe gar keine Füllzellen. Es lag aber keineswegs in der Absicht Stahls, diesen Namen so zu beschränken; er wollte damit diejenigen Zellen bezeichnen, welche bei der Entstehung der Lenticelle die Athemhöhle [1]) und später den Raum ersterer ausfüllen. *Die Füllzellen sind also ein allen Lenticellen Gemeinsames.*

Wollen wir daher in der Nomenclatur Ordnung schaffen, so müssen wir als *Füllzellen* (einige sagen auch Füllsubstanz) *das gesammte ausserhalb der Verjüngungsschicht liegende Gewebe* zusammenfassen und die Namen Zwischenstreifen und Verschlussschicht ganz fallen lassen. *Die Füllzellen können aber verkorkt und unverkorkt sein.* Für die speciellere Bezeichnung ist es daher das einzig Naturgemässe, die verkorkten Schichten einerseits und die unverkorkten andererseits mit besonderen Namen zu belegen. Erstere könnten wir als *Korkschichten der Lenticelle* zusammenfassen. Es handelt sich jedoch nicht um gewöhnlichen Kork, sondern um eine besondere Modification, einen Kork mit Intercellularen. Wollen wir diesen vom echten Kork unterscheiden, so könnten wir ihm den Sondernamen *„Porenkork"* oder *„Porophellem"* [2]) beilegen und die Korkschichten der Lenticelle als *„Porenkorkschichten"* oder *„Porophellemschichten"* bezeichnen. Was nun die unverkorkten Zellen betrifft, so ist darauf hinzuweisen, dass auch im eigentlichen Korkgewebe solche vorkommen; v. Höhnel, der sie aufgefunden und ihre Eigenschaften genauer studirt hat, bezeichnet sie als Phelloid [3]). Wir könnten also die unverkorkten Schichten der Lenticelle *„Phelloidschichten"* nennen. Wollen wir jedoch die characteristische Eigenschaft dieses Phelloids, durch welche es sich vom gewöhnlichen Phelloid unter-

[1]) Stahl, l. c. p. 9 u. 10.
[2]) Vergl. unten die Anmerkung.
[3]) l. c. p. 599 seq.

scheidet, nämlich die, dass es aus losen, von einander gesonderten Zellen besteht, mit ausdrücken, so würde sich der Name *„Choriphelloid“* [1]) (verdeutscht *„Sonderphelloid“*) vielleicht empfehlen [2]).

Dass die Analogie dieser Zellen mit dem Phelloid wirklich eine durchgreifende, und nicht nur anatomisch, sondern auch physiologisch begründete ist, kann erst im Folgenden gezeigt werden.

Die Beziehungen der Lenticellen zum Periderm würden sich hiernach folgendermassen stellen:

Periderm		Lenticelle
Phelloderm	. . . .	Phelloderm
Phellogen	. . . .	Verjüngungsschicht
Phellem (v. Höhnel)	. . .	Füllzellen (Stahl)
Kork (v. Höhnel)	. . . .	Porenkork (nobis)
Phelloid (v. Höhnel)	. . .	Choriphelloid (nobis)

Anmerkung: Es will uns nicht recht behagen, dass v. Höhnel die Gegensätze Kork und Phelloid in zwei verschiedenen Sprachen ausdrückt, beides aber wieder zusammenfasst als „Phellem“, was doch auch nichts anderes heisst als „Kork“. Da die Namen nun aber einmal da sind, werden wir gut thun, um Verwechselungen zu vermeiden, für die verkorkten Schichten der Lenticelle nur den deutschen Namen „Porenkork“ zu gebrauchen. Die unverkorkten dagegen würden am besten (im Anschluss an v. Höhnels „Phelloid“) als „Choriphelloid“ bezeichnet werden. „Sonderphelloid“ ist nicht einheitlich gebildet; „Sprengschichten“ besagt physiologisch zu viel, morphologisch zu wenig. Ebenso drücken die Namen „Sonderzellen, Trennzellen“ die Beziehung zum Kork nicht aus.

Ich lasse nun im Anschluss an die beschriebenen drei Fälle die Betrachtung der übrigen von mir untersuchten Lenticellen folgen:

I. Die Lenticelle besteht aus abwechselnden Lagen von Porenkork und Choriphelloid.

(Typus I) [3]).

1. An die Salix-Arten (S. amygdalina, viminalis, purpurea, cinerea, Helix) reiht sich nur eine geringe Anzahl Pflanzen bezüglich ihrer Lenticellen an.

---

[1]) χωρίζειν, absondern, trennen.

[2]) Vergl. die Anmerkung im Text.

[3]) Entspricht im Wesentlichen dem Typus I meiner früheren Mittheilung. l. c. p. 114.

Fast genau denselben Bau zeigen die Lenticellen von Tamarix gallica.

Etwas abweichend verhalten sich Cornus stolonifera und C. alba. Auch hier beginnt die Neubildung im Frühjahr mit Zellen, die Cellulosereaction geben; nachdem darauf wenige Korkzellen gebildet sind, pflegt nochmals Phelloid und dann erst definitiv eine mächtige Schicht Porenkork zu entstehen. Die Zellen dieser Schicht bräunen sich im Herbst rasch, bis auf die unterste Lage, die sich länger farblos erhält. Einen Celluloseschlauch habe ich in den Porenkorkzellen nicht aufgefunden; die Verholzung der Mittellamelle ist nur schwach. — Cornus bildet einen Uebergang von der Gruppe Salix zur Gruppe Prunus Padus; beide Typen sind nicht scharf zu trennen.

Wahrscheinlich gehört auch Solanum Dulcamara (Fig. 5) hierher; ich muss dies unentschieden lassen, weil es mir nicht gelungen ist, die Anwesenheit von Choriphelloid zweifellos nachzuweisen. Die Porenkorkzellen zeigen alle drei Lamellen in ihren Wandungen.

Etwa hierher zu rechnende Coniferen siehe unten.

2. An Prunus Padus schliesst sich die grosse Mehrzahl der Lenticellen an; im Einzelnen finden sich jedoch noch bedeutende Unterschiede.

Von sehr gleichmässigem Bau sind die Porenkorkschichten (*pk* in Fig. 3, 4, 9, 10, 11, 15, 16). Die auf dem Querschnitt niedrig oblonge, auf dem Tangentialschnitt polygonale Form der Zellen, die geringere Grösse im Vergleich zu den Zellen des echten Korks, die in den Ecken stets vorhandenen feinen, senkrecht die Schicht durchsetzenden Intercellularräume, die Zusammensetzung aus Zellen, die genau die Structur des echten Korks, d. h. in ihren Wandungen eine verholzte äussere, eine Suberin- und eine Celluloselamelle, oder mindestens die zwei ersten, aufweisen: das sind ihre ganz constanten Merkmale. Das Vorhandensein einer innersten Celluloselamelle habe ich nur in wenigen Fällen nicht nachweisen können, so bei Berberis vulgaris, Fagus silvatica[1]), Gleditschia triacanthos. (Von den Coniferen später). — Schwankungen kommen vor in der Zahl der die Porenkorkschichten zusammensetzenden Einzelzellschichten. Eine einzige bis zwei Lagen dickwandiger, auf der besonders verdickten inneren Wand

[1]) Suberinlamelle sehr dick.

mit Tüpfelkanälen versehener Zellen bildet bei Crataegus Oxyacantha das eine Extrem, während andererseits die Porenkorkschichten der Lenticellen des Birkenstammes mit oft gegen 15 Zellen über einander (die ebenfalls derbwandig sind) wohl eine der höchsten Zahlen erreichen. Meist sind die Zellen dünnwandiger; 2—5 ist ihre gewöhnliche Anzahl. Die einzelnen Porenkorkschichten derselben Lenticelle sind einander entweder gleich (Prunus Padus, P. Cerasus, P. spinosa, Robinia, Crataegus Oxyacantha, Rhus typhina) oder die zuletzt im Jahr gebildeten sind etwas dicker, indem sie aus einigen Zellenlagen mehr bestehen (Betula, Fagus, Sophora, Gleditschia, Alnus) und haben dann auch mitunter derbere Wandungen, zumal eine stärkere Celluloselamelle (Aesculus Hippocastanum).

Bedeutend grössere Schwankungen finden sich jedoch betreffend die *nicht verkorkten Schichten* (*cp* in Fig. 3, 4, 15, 16, 17). *Die Wandungen dieser Zellen bestehen entweder aus reiner Cellulose* (Prunus Padus, P. Cerasus, Fagus silvatica, Berberis vulgaris, Lonicera tatarica, Ribes alpinum, Viburnum Opulus) *oder sie sind mehr oder weniger stark verholzt* (Gleditschia triacanthos, Aesculus Hippocastanum, Robinia viscosa, Sophora japonica), *niemals aber verkorkt.* Wenn Stahl [1]) angiebt, alle Füllzellen seien verkorkt, so kann das darauf beruhen, dass man damals ein positives Reagens auf Kork noch nicht kannte, sondern nur das negative der Unlöslichkeit in Schwefelsäure, durch welches eine sichere Unterscheidung von der Verholzung nicht möglich ist, und dass Stahl wahrscheinlich Lenticellen mit Cellulose-Phelloid nicht darauf hin untersucht hat. Ausserdem ist hervorzuheben, dass die unverkorkten Schichten, wenn sie durch Aufreissen der Porenkorkschichten mit der Luft in Berührung kommen, sich rasch bräunen, und dabei die Membransubstanz in eine eigenthümliche Modification übergeht, die gegen Schwefelsäure sehr resistent ist, mit Chlorzinkjod oder mit Jod und Schwefelsäure sich nicht mehr blau färbt, nur in einigen Fällen noch grünlich (= Mischung aus gelbbraun und blau), die aber trotzdem kein Suberin enthält. — Die Gestalt der Choriphelloidzellen ist eine wechselnde; in vielen Fällen sind sie annähernd isodiametrisch, oder mehr niedrig (Betula, Rhus typhina, Prunus Padus, Alnus glutinosa),

1) l. c. p. 24.

in den meisten Fällen jedoch sind sie hoch, d. h. in radialer Richtung länger (Sophora japonica, Robinia viscosa, Gleditschia triacanthos, Aesculus Hippocastanum, Prunus Cerasus, Sorbus aucuparia). Sie sind nicht völlig lose, so dass sie auseinander fallen könnten, sondern meist in radialer Richtung in Reihen verbunden, in tangentialer dagegen mehr oder weniger frei; sie sind also mit ihren tangentialen Wänden verwachsen, mit den radialen nicht, oder nur an einzelnen Punkten. Ihre Zahl ist verschieden; Betula, Prunus Padus, Lonicera tatarica bilden nur wenig Choriphelloid, etwa 2—3 Zellen; bei Sophora japonica, Sorbus aucuparia, Prunus Cerasus etc. ist die Zahl dieser Zellen ansehnlicher, und da jede einzelne Zelle höher ist, der Raum des ganzen Phelloids grösser. Es machen demnach bald die Porenkorkschichten die Hauptmasse der Lenticelle aus, zumal wenn das Choriphelloid rasch vertrocknet und verwittert (Betula u. a.), oder letzteres tritt mehr in den Vordergrund, zumal wenn es verholzt und resistent ist (Prunus Cerasus, Gleditschia triacanthos). Die Zellenzahl des Choriphelloids scheint auch nach den Jahreszeiten zu wechseln; wenigstens schliesse ich dies aus meinen Präparaten von Aesculus Hippocastanum, indem an den Frühlingsschnitten diese Zellen eine mächtige Lage bilden, während sie an den Herbstschnitten nur als je zwei Zellen übereinander zwischen den verkorkten Schichten auftreten. Was den Inhalt der Zellen betrifft, so weisen sie, wie schon Stahl[1]) angiebt, einen contractilen Protoplasmaschlauch mit Kern auf. In manchen Fällen enthalten sie Stärke (Sophora, Robinia, Gleditschia triacanthos, Magnolia acuminata, Ulmus). Die jungen Choriphelloidzellen enthalten wohl stets Stärke; in den alten fehlt sie meist. Anfangs geben auch die verholzten Cellulosereaction, die Verholzung tritt erst nach und nach auf (Aesculus, Picea). Die Stärke scheint daher wesentlich nutritorische Function zu haben (vergl. unten meine Beobachtungen an Gingko). Ich fand sie jedoch bei Sophora und Robinia auch noch, nachdem bereits eine neue Korkschicht die Phelloidzellen[2]) von der Verjüngungsschicht abtrennte. Vielleicht dauert in diesen Fällen das Leben der Zellen noch eine Zeit lang selbständig fort, oder ist der Ver-

---

[1]) l. c. p. 24.

[2]) Diese jungen Zellen zeigten noch nicht so stark Holzreaction wie die alten.

holzungsprocess der Wände noch nicht beendet (cfr. Physiol. der L., Exper. Theil, 3.). Bei Sophora sind je fünf oder mehr Stärkekörner zu einer Gruppe vereinigt (wahrscheinlich innerhalb eines Stärkebildners). Eine Anzahl solcher Gruppen umlagert meist den Zellkern. (Die Porenkorkzellen enthalten niemals Stärke; sie müssen sehr rasch gebildet werden, denn man sieht sie immer schon fertig, alle drei Lamellen zeigend, auch wenn erst eine einzige Lage ausgebildet ist). Bemerken will ich noch, dass gelegentlich auch einzelne der Choriphelloidzellen verkorkt sein können, zumal solche, die unmittelbar an eine Porenkorkschicht grenzen.

Das abwechselnde Auftreten von Choriphelloid und Porenkork (Fig. 3 u. 4) *wiederholt sich etwa* 2—5 *Male im Jahr,* wenigstens bei den jüngeren Lenticellen. Tritt der Wechsel nur einmal ein, so hätten wir einen Fall, der Salix entspricht. Es ist wahrscheinlich, dass mit dem zunehmenden Alter der Lenticelle der Schichtenwechsel weniger häufig wird. Während ganz junge Lenticellen von Betula oft 4—5 Porenkorkschichten im Laufe des Sommers bilden, entsprechen am Stamm den Jahresringen[1]) im Periderm meist nur je eine, mitunter 2 Porenkorkschichten in der Lenticelle[2]). An einer Stammlenticelle von Betula odorata kamen auf 18 Peridermjahrringe 22 Porenkorkschichten (alle erhalten!); 4 mal also waren 2 im Jahr gebildet, 14 mal nur eine.

Folgende Pflanzen reihen sich im Bau ihrer Lenticellen mehr oder weniger eng an Prunus Padus an:

Acer campestre.
Aesculus Hippocastanum,
„ macrostachya.
Alnus incana, glutinosa.
Berberis vulgaris.
Betula alba, odorata etc.
Catalpa syringaefolia.
Corylus Avellana.
Crataegus Oxyacantha.
Fagus silvatica.
Gleditschia triacanthos.
Lonicera tatarica.
Magnolia acuminata.
Prunus Cerasus, spinosa.
Rhus typhina.
Ribes rubrum, alpinum.
Robinia viscosa.
„ Pseudacacia.
Sambucus nigra!
Sophora japonica.
Sorbus aucuparia.
Ulmus effusa etc.
Viburnum Opulus.

Ferner einige Coniferen, die unten speciell behandelt sind.

---

1) cfr. v. Höhnel, l. c. p. 630.

2) Einen Erklärungsversuch vergl. unten unter „Phaenologisches.“

An Einzelheiten ist noch folgendes hervorzuheben:

Sambucus nigra. Diese Pflanze, obgleich von Stahl und andern viel zum Studium der Lenticellen, namentlich der Entwicklungsstadien, und zu physiologischen Versuchen benutzt, bietet zur Orientirung über die Structur der fertigen Lenticellen ein sehr ungünstiges Object. Meist ist die gesammte Füllsubstanz gebräunt und vertrocknet. Da nun an solchen braunen Membranen die Reactionen sehr schwer eintreten oder schwer zu erkennen sind [1]), so kann man nur schwierig und auf Umwegen einigen Aufschluss erhalten. Ich behandelte die Schnitte längere Zeit mit Chromsäure, oder auch mit Chromsäure und Schwefelsäure zugleich, dann einen Augenblick mit Kali in der Kälte, dann mit Chlorzinkjod; so färbten sich abwechselnde Schichten der Füllzellen blau und braungelb. Schultze'sche Mischung an Stelle der Chromsäure gab denselben Effect. — Nur im Frühjahr bei den ersten Neubildungen erkennt man die Verhältnisse leichter. Es entsteht auch hier zunächst eine uhrglasförmig eingesenkte Zone radial gestreckter Zellen, die Cellulosereaction geben, gerade wie bei Salix. Dieser Zustand geht aber bald vorüber. Die Füllzellen vertrocknen und die Structur wird unkenntlich. Einmal gelang es mir auch im Juli, ein Präparat zu erhalten, an dem das zuletzt gebildete Phelloid noch frisch war und mit Chlorzinkjod sich blau färbte.

Pavia rubra. Im allgemeinen gilt hier dasselbe wie bei Sambucus. Im Frühjahr entsteht zuerst eine hohe Lage unverkorkter Zellen, hernach sieht man meist nur noch gebräunte Massen. Durch ähnliche Behandlung wie oben konnte ich jedoch auch hier den Schichtenwechsel nachweisen. Die Porenkorkzellen zeigen die drei Lamellen, das Choriphelloid scheint verholzt zu sein. Jedenfalls sind aber alle beide sehr wenig resistent und daher der Verwitterung preisgegeben. Von den Lenticellen von Aesculus Hippocastanum unterscheiden sich die von Pavia im äussern Aussehen also bedeutend.

---

[1]) Unsere Suberinreaction ist zwar sehr fein, und leicht anzustellen, wo es sich um farblose Membranen handelt. Haben wir aber Zellen vor uns, deren Wände stark gebräunt sind, wie dies gerade bei den Lenticellen oft vorkommt, oder die braune Inhaltsstoffe enthalten, so ist schlechterdings nicht zu entscheiden, ob bei der Kalibehandlung noch eine Gelbfärbung und Körnelung auftritt. Die übrigen Reactionen sind meist negative und auch mit der Behandlung mit Schultze'schem Gemisch kommt man meist nicht weit, wo es sich um Feinheiten handelt.

Magnolia acuminata. Auffällig sind hier die Porenkorkschichten. Sie bestehen aus sehr dickwandigen, abgerundeten Zellen, die dadurch scheinbar sehr locker zusammenhängen und grosse, auch auf Querschnitten sichtbare, Intercellularen freilassen.

Lonicera tatarica. Die Lenticellen werden mit dem neuen Korkring jedesmal neu gebildet. Trotzdem zeigte eine solche neugebildete Lenticelle schon am 19. Juni drei Porenkorkschichten, unterbrochen von wahrscheinlich je einer einzigen Lage von Cellulosezellen. Diese waren nur noch in Resten erhalten. Unter den Füllzellen finden sich wie bei andern Lenticellen eine Verjüngungsschicht und Phelloderm.

Coniferen.

Die Lenticellen einiger Coniferen handele ich hier besonders ab, weil ich die Frage offen lassen muss, ob der Wechsel von Choriphelloid und Porenkork nur einmal oder mehrere Male im Jahr stattfindet. Es lässt sich das schwer entscheiden, weil die Lenticellen immer erst an älteren Zweigen auftreten. Wahrscheinlicher ist mir das erstere.

Bei Abies pectinata wechselt Porenkork aus niedrigen Zellen, in denen sich jedoch ein Celluloseschlauch nicht nachweisen liess, mit Choriphelloid aus dünnwandigen, verholzten Zellen, die in radialer Richtung gestreckt und am innern Ende verbreitert sind. Durch diese Form kommt ein eigenthümlicher Charakter dieses Phelloids zu Stande (Fig. 18). Die Anzahl der übereinander liegenden Zelllagen desselben kann gegen 7 betragen, während die Korkschicht nur 1—2 Zellen stark ist. Aehnlich verhalten sich Abies balsamea und Tsuga canadensis; nur ist die Zahl der unverkorkten Zellen geringer.

Auch bei Larix europaea und Pinus Strobus ist ein solcher Schichtenwechsel vorhanden, jedoch nicht so leicht nachweisbar. Bei Larix wird der Bau der Lenticelle oft durch die in sie mit hinüberragenden Phelloidschichten des Periderms gestört.

Einen sehr interessanten Fall stellt Picea excelsa dar. Die Porenkorkschichten treten hier ziemlich zurück. Sie sind wenig dauerhaft, dünnwandig, und mit einer braunen Substanz so erfüllt, dass sich die Verkorkung in ihnen nur mit Mühe und nicht mit voller Sicherheit nachweisen liess. Sie enthalten wie die Korkzellen des Periderms Krystalle von oxalsaurem Kalk[1]). — Das

[1]) v. Höhnel, l. c. p. 613—615.

Choriphelloid dagegen (Fig. 17) ist mächtig entwickelt; es besteht aus gegen acht Lagen von Zellen über einander, die schön radial geschichtet, von rechteckig-abgerundeter Gestalt und wenig breiter als hoch sind. *Ihre Wandungen sind sehr stark verdickt, verholzt, schön geschichtet und mit Tüpfelkanälen versehen. Oft haben diese Zellen Fortsätze gebildet, die in die Intercellularräume hineinragen und, ohne diese ganz auszufüllen, eine festere Verbindung der lockeren Zellen bewirken*[1]). Dieselben bleiben daher in den Schnitten meist in Zusammenhang, während die dünnwandigen Porenkorkschichten oft zerreissen. Mit Kali färben sich die Choriphelloidzellen wie das Phelloid und die Steinzellen in der Rinde dieser Pflanze gelb; sie werden beim Erwärmen jedoch nicht körnelig und lassen keine gelben Tropfen austreten, sind also nicht verkorkt.

Araucaria Cunninghami reiht sich an Picea excelsa an. Die nach einer einzigen meiner Untersuchung zugänglichen Lenticelle festgestellten Verhältnisse sind folgende: Die Porenkorkschichten zeigen nichts besonderes. Das Choriphelloid zerfällt in einen älteren Theil aus dünnwandigen nicht verholzten und daher bereits verwitterten Zellen, und einen jüngeren, dessen Zellen verholzt und auf der Innenseite und an den beiden seitlichen Wänden stark verdickt sind. Es werden hier also wahrscheinlich zuerst unverkorkte Zellen gebildet, und zwar zunächst unverholzte, dann verholzte; zuletzt folgt eine Korkschicht.

II. Die Lenticelle besteht nur aus Porenkork.

(Typus II)[2]).

An Myrica reihen sich diejenigen Lenticellen an, deren Füllsubstanz nur aus verkorkten Zellen besteht.

Quercus pedunculata. Während des Sommers wird ein gleichmässiger, lockerer, wenig resistenter und daher meist etwas vergilbter und verwitterter Porenkork gebildet, dessen Zellen jedoch nach der Kali- und Chlorzinkjodbehandlung alle drei Lamellen zeigen; die Mittellamelle ist schwach verholzt. Erst die zwei letzten Zellenlagen, die vor Beginn des Winters entstehen, sind

---

[1]) vergl. eine ähnliche Erscheinung im Porenkork von Ampelopsis (unten).

[2]) Ist an Stelle meines früheren Typ. II. zu setzen. Alles daselbst aufgeführte hierher nicht passende ist in Typ. I. übergegangen. l. c. p. 115.

derbwandiger und bleiben länger unversehrt erhalten; auch die Celluloselamelle ist in ihnen wesentlich stärker entwickelt. Scheinbar ist also hier ein „Zwischenstreifen“ resp. eine „Verschlussschicht“ vorhanden. Auf die Bedeutung dieser resistenten Schicht werden wir unten, wo wir uns über die physiologische Bedeutung der Schichtenbildung in der Lenticelle überhaupt auszusprechen haben, zurückkommen. (Cfr. Physiologie der Lenticellen. Histophysiologisches.)

Evonymus latifolius. Während bei Myrica alle Füllzellen von gleicher Gestalt und fast gleicher Structur sind (nur die letzten mit wenig derberer Celluloselamelle), bei Quercus dagegen in der Structur eine sehr merkliche Differenz auftritt, ist die Struktur der Füllzellen dieser Pflanze in allen Schichten gleich; die Zellen sind verkorkt und zugleich stark verholzt; ein Celluloseschlauch scheint zu fehlen. Dafür tritt hier ein geringer Unterschied in der Form auf; die im Laufe des Sommers gebildeten Füllzellen sind in radialer Richtung etwas höher, die zuletzt gebildeten dagegen sind mehr niedrig. So lässt sich also in diesen Lenticellen ebenfalls die Jahresschichtung erkennen.

Gingko biloba. Die namentlich am älteren Stamme prächtig ausgebildeten Lenticellen dieses Baumes haben mir trotz ihres einfachen Baues einige Schwierigkeiten gemacht, und es ist gerade durch ihre Schuld einige Verwirrung in unsere bisherigen Anschauungen hinein gekommen. — An einem Querschnitt durch die Stammlenticelle fallen uns zunächst die grossen, hohen und in radialer Richtung schön geschichteten Füllzellen (Fig. 12 *h*) auf, die dünnwandig und farblos, aber ohne Protoplasmainhalt sind. Sie sind fest mit einander verbunden, lassen jedoch grosse Intercellularen zwischen sich, die nur radial verlaufen. Die Zuwachse mehrerer Jahre sind in der Regel erhalten und getrennt durch eine einzige Lage niedriger, gelblich gefärbter Zellen (Fig. 12 *n*), die nur wenig dickwandiger sind. Scheinbar haben wir es hier also mit einem Wechsel von „Füllzellen“ mit „Zwischenstreifen“, resp. mit „Verschlussschichten“ nach der früheren Bezeichnung zu thun. So hat es Stahl dargestellt und rührt hierher namentlich die Annahme der Verschlussschicht. Es gelingt nämlich nur sehr schwierig, die Intercellularen der niedrigen Schicht nachzuweisen, 1. weil dieselben in der That sehr eng sind; 2. weil die Membranen der Zellen meist etwas wellig gebogen sind; 3. und das ist der Hauptgrund, weil die „Füllzellen“, sobald sie ausgebildet sind, selbst mit Luft erfüllt sind, und man daher an in

Glycerin hergestellten Querschnitten dieser intracellularen Luft wegen die intercellularen Luftstreifen zwischen den Zellen nicht erkennen kann. Mit einiger Mühe ist es mir jedoch trotzdem gelungen, an günstigen Stellen die Anwesenheit der feinen Intercellularkanäle sicher nachzuweisen. Die in Rede stehenden dichten Schichten bestehen aus Korkzellen, in denen ich eine Celluloselamelle nicht nachweisen konnte. Die hohen Zellen sind stark verholzt. Lange hielt ich sie, den früheren Anschauungen folgend, für Analoga des Choriphelloids und versuchte nachzuweisen, dass sie unverkorkt seien. Sie färben sich gelblich mit Kali, eine Körnelung beim Erwärmen ist kaum wahrzunehmen, beim Kochen treten hie und da gelbe Tropfen aus. Ich muss sie daher, so lange nicht durch bessere Korkreagentien Sichereres nachgewiesen ist, für verkorkt ansehen. Für ihre Zugehörigkeit zum Porenkork spricht jedoch auch ihre gegenseitige Verbindung, indem sie auch mit den radialen Wänden der ganzen Länge nach verwachsen sind. Die Gingko-Lenticelle besteht demnach aus Porenkork, der eine verholzte und eine Suberinlamelle besitzt; dieser zerfällt in *eine im Sommer gebildete Schicht hoher, mehr verholzter, weniger verkorkter Zellen mit weiten Intercellularen und eine Lage niedriger, stärker verkorkter Zellen mit engen Intercellularen, die im Herbst gebildet wird;* letztere besteht aus nur einer, erstere aus oft gegen 20 Zellen über einander. Aehnliche Verhältnisse liegen, wie vorhin gezeigt, ja auch bei Quercus und Evonymus vor; einen Wechsel von weiten dünnwandigen und engen dickwandigen Zellen weist auch der Birkenkork auf, einen solchen von verholzten und unverholzten Zellen das Choriphelloid von Araucaria Cunninghami; es ist also diese eigenthümliche Differenz in der Ausbildungsform derselben Zellenart nicht ohne Analogie. — Die hohen Porenkorkzellen nehmen ihre definitive Wandstructur erst nach einiger Zeit an. Jung bestehen sie aus Cellulose und enthalten Stärke. Durch Doppelfärbung mit Phloroglucin-Salzsäure und mit Jod konnte ich feststellen, dass nur die noch unverholzten Zellen Stärke enthalten, während dieselbe in den verholzten geschwunden ist. — Von den Lenticellen der jüngeren Zweige gilt im Ganzen dasselbe; nur bleiben die hohen Zellen hier niedriger, sie sind weniger zahlreich und ihre Membranen oft wellig verbogen.

Auch die Lenticellen von Araucaria excelsa[1]) und Cha-

---

[1]) Nach der Bestimmung im Jenaer botan. Garten. Auch das

maecyparis nutkaensis scheinen nur aus Porenkork zu bestehen.

Ampelopsis quinquefolia. Die von mir bereits früher beschriebenen und abgebildeten[1]), *durch in die Intercellularen hineingewucherte Fortsätze dicht mit einander verfilzten Füllzellen* sind echte Korkzellen; ihre Mittellamelle ist verholzt, ihr Celluloseschlauch von bedeutender Mächtigkeit. Sie bilden eine eigenthümliche Modification des Porenkorks, die im Choriphelloid von Picea ein Analogon hat (vergl. auch Populus). Unverkorkte Schichten habe ich nicht nachweisen können. Es treten jedoch gewisse Unregelmässigkeiten in den ersten Schichten dadurch auf, dass die Neubildungen erst sehr spät (Ende Juli) beginnen, und die vorjährigen Schichten dann schon mitunter durch Rindenspannung gesprengt sind.

Populus nigra. Diese, sowie einige andere Populusarten (P. pyramidalis, Tremula, alba) stellen einen *höchst auffälligen Sonderfall* dar. Unter den uhrglasförmig eingesenkten Füllzellen liegt eine Verjüngungsschicht, die an der tiefsten Stelle, da wo die Theilungen am lebhaftesten erfolgen, noch keilförmig weiter in das Parenchym eindringt. Die Theilungen in derselben gehen in verschiedenen Richtungen, meist wohl in radialer, vor sich, nicht parallel der Grenze der Füllsubstanz, und ist daher von einer Schichtung in der letzteren nicht die Rede. Die Füllzellen nehmen durch ungleiches Wachsthum eigenthümliche Formen an, analog den Sternzellen im Mark von Juncus, und bilden in derselben Weise, wie diese, ein lockeres Gewebe; ihre Gestalt (Fig. 14) ist jedoch nicht sternförmig, sondern länglich, sie sind mit der Längsaxe in tangentialer Richtung orientirt, und es finden sich die Fortsätze meist nur an den beiden Enden[2]). Eine eigenthümliche körnige Substanz, die gegen Schwefelsäure und Chromsäure resistent ist, auch durch Kochen mit Kali nicht verschwindet, wenn auch vielleicht verändert wird, in siedendem Alkohol, Aether und Benzin sich jedoch grösstentheils löst, wird von ihnen ausgeschieden und lagert ihren Wänden aussen auf[3]). Was

Periderm ohne Phelloid! Nach v. Höhnel soll im Periderm Phelloid vorkommen. cfr. l. c. p. 613.

[1]) l. c. p. 116. Taf. IV, Fig. 5—8.

[2]) Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. I. p. 116. Taf. IV. Fig. 9 u. 10.

[3]) Eine ähnliche Erscheinung hat jüngst K. Wilhelm an den Spaltöffnungen von Coniferen beobachtet. Cfr. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. I. p. 325.

die chemische Beschaffenheit der Membranen selbst betrifft, so sind die äussersten dieser Zellen, die zugleich am meisten tangential gedehnt sind, wie es scheint, stets verkorkt; sie haben eine verholzte Mittel- (hier Aussen-) lamelle und einen meist zarten Celluloseschlauch. Die nach innen davon liegenden Füllzellen färben sich mit Chlorzinkjod nicht blau, sind aber weder verholzt noch verkorkt; dennoch werden sie von Chromsäure und Schwefelsäure kaum angegriffen. Nach dem successiven Auskochen mit Alkohol, Aether, Benzin und Kali, nicht so gut nach blossem mehrmaligen Kochen mit Kali, gelang es mir, Blaufärbung durch Chlorzinkjod an denselben hervorzurufen. Da sich in ihnen ausserdem Protoplasma und Zellkern nachweisen lässt (mit Methylgrün), so schliesse ich, dass ihre Wände zwar aus Cellulose bestehen, aber mit der von diesen Zellen ausgeschiedenen Substanz so durchtränkt sind, dass die Zellstoffreaction nicht eintritt und sie resistent gegen Säuren werden. Mit ihrem allmähligen Vorrücken nach aussen würden sie dann in echte Korkzellen übergehen. Dafür spricht, dass an Winterpräparaten die ganze Masse dieser Zellen mehr oder weniger deutlich Korkreaction und auch die abgelöste Celluloselamelle zeigte. Was die von mir früher angegebene lückenlose Korklage [1]) betrifft, so gehört dieselbe wohl nicht der Lenticelle, sondern dem Periderm selbst an; sie beschränkt die Lenticelle auf einen kleineren Raum. Jedenfalls verdienen diese höchst eigenthümlichen Gebilde weiterer Beachtung. (Vergl. auch unten über die Wurzellenticellen).

Zur Phelloidnatur der unverkorkten Schichten.

Wir sind jetzt im Stande, die Analogisirung der „losen Füllzellen“ mit dem Phelloid v. Höhnels anatomisch weiter zu begründen. Das Phelloid [2]) geht wie der Kork durch centripetale Theilungen aus dem Phellogen hervor; ebenso entstehen in der Lenticelle die „losen Füllzellen“ wie der Porenkork aus der Verjüngungsschicht. Die Membranen der Phelloidzellen sind entweder reine Cellullose (Rubus odoratus etc.), oder sie sind verholzt (Larix europaea). Gleiches gilt von den unverkorkten Füllzellen; sie haben Cellulosemembranen bei Prunus Cerasus, Fagus silvatica etc., verholzte bei Abies pectinata, So-

---

[1]) l. c. p. 116.
[2]) v. Höhnel, l. c. p. 599 seq.

phora japonica u. a. Das Phelloid ist entweder dünnwandig und leicht zerreisslich (Rubus odoratus) oder dickwandig und fest (Picea excelsa). Ebenso sind die unverkorkten Füllzellen zart und vergänglich bei Betula alba, Lonicera tatarica etc., sehr dickwandig und fest bei Picea excelsa. Die Analogie beider Gewebe tritt besonders klar bei denjenigen Pflanzen hervor, die sowohl in der Lenticelle, als auch im Periderm Phelloid bilden, wie Picea excelsa und Araucaria Cunninghami. Wie die Verjüngungsschicht und das Phellogen, die Porenkorkschichten in der Lenticelle und die Korkschichten im Periderm stets in gegenseitigem Zusammenhang stehen, so gehen hier auch die unverkorkten Schichten der Lenticelle und die des Periderms in einander über. Die Bezeichnung „Choriphelloid", resp. „Phelloidschicht der Lenticelle" für die unverkorkten Schichten der Füllzellen ist also anatomisch jedenfalls gerechtfertigt. Dass sie es auch in physiologischer Hinsicht ist, soll unten gezeigt werden (cfr. unter: Histophysiologisches).

Nachdem wir so in Betreff der Anatomie der Lenticellen der Phanerogamen-Stämme und -Zweige zu einem bestimmten Resultat gelangt sind, wollen wir jetzt Rundschau halten über die übrigen Lenticellen, um die Uebereinstimmung, resp. Abweichungen festzustellen.

Dicotylen-Wurzeln.

Die Wurzellenticellen der Dicotylen stimmen im wesentlichen mit den Zweiglenticellen im Bau überein. Hervorzuheben ist, dass sie oft sehr in die Breite ausgedehnt sind, und dass das Choriphelloid meist eine weit bedeutendere Masse ausmacht, als an den Zweiglenticellen. Die Intercellularräume sind ebenso wie oben vertheilt und mit Luft erfüllt. Dies gilt für Ulmus, Robinia, Betula, Prunus Cerasus, Salix Helix.

Bei Ulmus beobachtete ich auch Stärke im Choriphelloid.

In den untersuchten Wurzellenticellen von Betula sah ich 7 wohlerhaltene Porenkorkschichten übereinander, wechsellagernd mit Choriphelloid, während im Periderm die Jahresschichtung nicht hervortrat.

Die Wurzellenticellen von Ampelopsis quinquefolia sind kleiner als die Zweiglenticellen und von halbkugelig eingesenkter Gestalt, die Füllzellen grösser, jedoch von demselben Bau, wie an den Zweigen.

Bei Populus alba zeigen die Wurzellenticellen nicht den eigenthümlichen Bau der oberirdischen, sondern genau den der Lenticellen des Typus I; Choriphelloid wechsellagert mit Porenkork.

Phanerogamen-Blattstiele, -Blüthenstiele und -Früchte.

Nach Haberlandt[1]) und O. L. Müller[2]) ist die Entstehung der Lenticellen an den genannten Organen ganz analog der der Zweiglenticellen unter Spaltöffnungen, ebenso ihr Bau mit dem jener in den jüngsten Stadien übereinstimmend. In diesem Zustande mögen wohl viele dieser Lenticellen verharren; sehr häufig reisst jedoch die Epidermis über ihnen ein, wie Müller hervorhebt und abbildet (Fig. 1 u. 2) und wie ich selbst zu beobachten Gelegenheit hatte[3]). Auch zur Bildung von Porenkork kommt es in vielen Fällen (2 Schichten fand ich in den Blattstiellenticellen von Aesculus; vergl. auch Haberlandt Fig. 1). An den übrigen Zeichnungen von Haberlandt und an denen von Müller sind keine Porenkorkschichten dargestellt. Genauer bin ich selbst auf die Anatomie dieser Organe nicht eingegangen.

Knollen.

Solanum tuberosum. Die Lenticellen der Kartoffelknolle entstehen nach O. L. Müller unter Spaltöffnungen[4]). Im fertigen Zustande bestehen sie aus einem ziemlich lockeren Porenkork mit grossen Intercellularen. Die Membranen zeigen die bekannten drei Lamellen.

Myrmecodia echinata. An den Knollen dieser Pflanze kommen nach Treub[5]) nicht nur aussen, sondern auch im Innern an den Wänden der Höhlungen Lenticellen vor. Nach den Zeichnungen und Angaben von Treub würden sie nur aus verkorkten Füllzellen bestehen; Intercellularräume will derselbe jedoch nicht gesehen haben.

---

1) l. c. p. 2—8.

2) l. c. p. 17—19.

3) Vergl. hierzu Haberlandt l. c. p. 7: „das Füllgewebe wird nie so umfangreich, dass es durch seinen Druck die Epidermis sprengte".

4) l. c. p. 14.

5) Sur le Myrmecodia echinata Gaudich. Ann. au jard. bot. de Buitenzorg. Vol. III. 1883.

Luftwurzeln der Aroideen.

An den Luftwurzeln der Philodendron-Arten und verwandter Aroideen kommen nach Costerus und O. L. Müller Lenticellen vor.

Philodendron pertusum. Einer der lenticellenähnlichen Höcker zeigte folgenden Bau [1]): zu unterst radiär geschichtetes Parenchym; dann eine 1—2 Zellen starke Lage dickwandiger verholzter Zellen, durch etwa $\frac{3}{4}$ des ganzen streichend, eine Bildung, die wohl nicht zur Lenticelle gehört, obgleich sie sich mehrfach wiederholte; dann eine Korkschicht aus 3—4 Zellen, in welcher mit dem besten Willen (auch auf Tangentialschnitten) keine Intercellularräume aufzufinden waren; darüber abgerundete Korkzellen (Membran: 3 Lamellen), locker, und mit grossen Intercellularräumen; darüber als äusserste Schicht wieder eine dichte Korklage, die mit dem Periderm, in welchem ähnliche Holzzellen, wie die oben erwähnten, vorkommen, in Verbindung stand. Diese Bildung entspricht also durchaus der Lenticelle, die Costerus von Tornelia fragrans beschreibt und abbildet [2]). *Der von ihm gegebenen Vergleichung mit den Lenticellen der Dicotylen können wir jedoch nicht beipflichten, 1. weil die dichten Schichten ohne Intercellularen, und 2. die lockeren verkorkt sind.*

Ebenso fand ich bei Philodendron pinnatifidum über lückenlosen Korkschichten lockere abgerundete Zellen.

Sehr charakteristisch für die Aroideen-Lenticellen sind die eigenthümlichen Parenchymwucherungen, welche sich unter ihnen befinden. Es sind radial geschichtete, dicht gedrängte und dadurch fast vierseitige Zellen, die sich deutlich von dem übrigen, rundzelligen Parenchym abheben. Ich fand dieselben ferner noch bei Tornelia subcirrhata und Philodendron bipinnatifidum. Was ausserhalb dieser liegt, ist meist so gebräunt, dass über seinen Bau und die Beschaffenheit der Zellwände Sicheres festzustellen mir nicht gelungen ist. Stellenweise liegen echte Korkbildungen vor (Tornelia); ob auch bei Phil. bipinnatifidum, wo die Wurzel nicht von Periderm, sondern von einem Velamen bedeckt wird, die äussersten Zellen verkorkt sind, liess sich nicht entscheiden.

Dass die genannten Organe der Durchlüftung dienen und danach den Lenticellen an die Seite zu stellen wären, ist möglich, mir sogar wahrscheinlich wegen der unter ihnen in dem geschichteten Parenchym senkrecht zur Oberfläche verlaufenden, lufterfüllten Intercellularen. *Was aber von dem oben genauer besprochenen Fall* (Philodendron pertusum) *zu halten sei, ist mir vorläufig unklar.* Liegt hier in der That ein zeitweiliger Verschluss vor? und womit steht derselbe in Zusammenhang? — Es wäre sehr wünschenswerth, wenn

---

[1]) Hier war es mir gelungen, die Schnitte durch geeignete Mazeration völlig farblos herzustellen.

[2]) Sur la nature des lenticelles etc. p. 3 Fig. 5.
Het wezen der lenticellen p. 23 Fig. 5.

ein Forscher, der über genügendes und gutes Material gebietet, sich dieser Organe noch einmal annehmen wollte.

Kryptogamen.

An den Stämmen und Blattstielen der Marattiaceen sollen nach Costerus und O. L. Müller Lenticellen vorkommen. Die an den Blattstielen von Marattia und Angiopteris befindlichen konnte ich selbst an Material aus dem Berliner bot. Garten nachuntersuchen und Folgendes feststellen:

Marattia fraxinea. Unter einer durch den dichten, grünen Chlorophyllinhalt vor der farblosen Epidermis sich auszeichnenden Spaltöffnung, die über einer Durchbrechung des Sclerenchymcylinders liegt, befindet sich eine geräumige Athemhöhle, die von kleinen Parenchymzellen begrenzt wird; um diese herum liegen grössere Parenchymzellen. — In einem weiteren Stadium waren nun nur einzelne dieser kleinen Zellen getheilt; dagegen war eine Braunfärbung und Verwitterung der Schliesszellen, eines Theils der Epidermis und der die Athemhöhle begrenzenden kleinen Zellen eingetreten. An den ältesten Blattstielen war die Epidermis aufgerissen, und eine uhrglasförmig eingesenkte Zone brauner Zellen begrenzte den entstandenen Defect.

Angiopteris evecta. Eine elliptische Gruppe dicht gedrängter grüner Spaltöffnungen bildet in der Mitte über der spaltenförmigen Sclerenchymdurchbrechung ein die Epidermis überragendes kuppelartiges Gewölbe. Sehr bald, schon am noch unentfalteten Blatt, beginnt diese selbstverständlich wenig dauerhafte Bildung zu verwittern und einzureissen, ebenso bräunen sich die die gemeinsame Athemhöhle begrenzenden Zellen; so entsteht auch hier ein Defect im Gewebe, der von einer braunen Zone, wie es scheint, veränderter Parenchymzellen begrenzt wird. Mit zunehmendem Alter rückt die Bildung langsam weiter in das Innere vor; einzelne der Oberfläche parallele Wände in den angrenzenden Zellen scheinen auf Theilung hinzuweisen, jedoch ist die Vermehrung der braunen Masse durch „Füllzellbildung" jedenfalls nur eine unerhebliche.

Die geschilderten Erscheinungen sind keineswegs abnorme, sondern treten ganz normal an kräftig vegetirenden Blattstielen auf. Ob die entstehenden Gebilde Lenticellen zu nennen sind, oder nicht, will ich nicht entscheiden, da es mir nicht gelungen ist, festzustellen, ob in den braunen Massen neben der jedenfalls vorliegenden Verwitterung auch vielleicht Verkorkung vorhanden ist, oder nicht; die braunen Zellen sind übrigens gegen Säuren sehr resistent. In ihrem Bau und ihren Lebenserscheinungen stimmen diese Bildungen mit den Lenticellen jedenfalls sehr wenig überein; das einzig analoge ist die Entstehung unter Spaltöffnungen. Mir kommen sie vor, wie ein missglückter Versuch, Lenticellen zu erzeugen.

Immerhin mögen diese „Lenticellen", die ja aus Durchlüftungsorganen hervorgehen, auch hernach noch der Durchlüftung dienen. Costerus will in der braunen Masse, „die er niet naar uitziet gaswis-

seling te begunstigen", Intercellularräume gesehen haben, und mir ist es wenigstens bei stärkerem Druck gelungen, an einem abgelösten Rindenstück durch diese braunen Flecke Luft austreten zu sehen.

Auf die Arbeit von Potonié [1]), die in Betreff der Anatomie dieser Gebilde nichts neues bietet, und in Betreff der Function sich an die Ansicht Haberlandts hält, Lenticellen würden auch angelegt, um den Gaswechsel herabzusetzen, brauche ich hier wohl nicht einzugehen.

Am Stamm von Angiopteris kommen ebenfalls „Lenticellen" vor. Da ich diese Gebilde nicht selbst untersuchen konnte, habe ich die von Herrn Dr. Costerus mir freundlichst übersandten Schnitte durchgemustert, und ich muss darnach zugeben, dass in der von ihm l. c. fig. 11 abgebildeten Lenticelle in der That ein respiratorischer Apparat vorliegt, denn es lassen sich überall zwischen den Zellen Intercellularräume erkennen. Nach dem Aeusseren des Präparats ist jedoch eine Grenze zwischen dem, was der Lenticelle, und dem, was der Rinde angehört, nicht zu finden, die Lenticelle sieht aus wie eine Parenchymbildung. Auf Verkorkung habe ich das einzige gut erhaltene Präparat nicht geprüft, weil die Reaction wegen der starken Bräunung des Schnitts doch wahrscheinlich erfolglos geblieben wäre.

Ergebnisse, betreffend die Lenticellen der Aroideen und Marattiaceen.

1. Mit den Lenticellen der Dicotylen und Gymnospermen sind die der Aroideen und Marattiaceen nicht direct zu analogisiren.

2. Sie dienen jedoch der Durchlüftung und besitzen einen ihnen eigenthümlichen Bau. Letzterer ist erst durch weitere Untersuchungen genauer festzustellen.

Anhangsweise sei hier noch erwähnt, dass O. L. Müller auch an den Blattstielen der Cyatheaceen (Cyathea, Alsophila, Dicksonia) Athemvorrichtungen nachweist. Sie bestehen aus modificirtem Parenchym, das durch die in zwei Längsreihen angeordneten Sclerenchymdurchbrechungen bis an die Epidermis vordringt und auch nach dem Absterben dieser die Durchlüftung noch ermöglicht. Dass Transpiration durch diese Gebilde begünstigt wird, hat Müller experimentell gezeigt [2]).

Zur Physiologie der Lenticellen.

Gehen wir nun über zur Betrachtung der Function der Lenticellen und der Lebenserscheinungen an denselben. Wir wollen

---

[1]) Anatomie der Lenticellen der Marattiaceen etc. s. oben.

[2]) l. c. p. 36, 37 u. 41.

zunächst ihre Verrichtung im Ganzen ins Auge fassen, dann über die specielle Bedeutung der einzelnen Theile uns klar zu werden suchen und endlich noch eine Anzahl Erscheinungen, betreffend das Eintreten der Veränderungen an ihnen, constatiren.

Experimentelles.

Dass die Hauptfunction der Lenticelle ist, den Durchtritt von Gasen durch die sonst fast undurchlässigen äussersten Rindenschichten zu ermöglichen und zu befördern, bedarf keiner Erörterung mehr; übrigens ist der Nachweis dafür im Folgenden wiederholt enthalten. Einer Prüfung müssen jedoch unterzogen werden:

1. Stahl's[1]) Annahme eines winterlichen Verschlusses, da wir das Vorhandensein einer Verschlussschicht in Abrede stellen.

2. Haberlandt's[2]) Ansicht, dass die Lenticellen anfangs zum Zweck der Verminderung des Gasverkehrs angelegt würden und hernach erst denselben wieder befördern.

1. Findet ein winterlicher Verschluss statt?

Ehe wir an die Darstellung der zur Entscheidung dieser Frage ausgeführten Experimente gehen, wollen wir auf Grund der vorliegenden anatomischen Thatsachen einige Ueberlegungen anstellen. Zunächst leuchtet ein, dass um so leichter Luft durch eine Lenticelle gehen wird, je weiter die Intercellularräume derselben sind; mit der Länge des Intercellularkanals, also mit der Dicke der zu durchströmenden Schicht, nimmt dagegen die Durchlässigkeit ab. Die Dimensionen der Intercellularcanäle sind nun in der That nach der Pflanzenart sehr verschieden, und man würde aus ihnen einen ungefähren Schluss auf die relative Durchlässigkeit ziehen können, wenn man sie nur genügend genau messen könnte. Das ist aber in Betreff der Weite der Kanäle, auf die es hauptsächlich ankommt, nicht möglich.

Einige andere Schlüsse aber möchten doch gerechtfertigt sein. Eine Lenticelle, wie die von Myrica, bei welcher das Aussehen Winter und Sommer das gleiche ist, indem aussen immer ungefähr gerade so viel Zellen abgestossen werden, als innen neu hinzukommen, kann in ihrer Durchlässigkeit kaum sehr differiren. —

---

[1]) l. c. p. 31—32.
[2]) l. c. p. 15.

Das Choriphelloid ist selbstverständlich ein äusserst durchlässiges Gewebe. Wo also, wie bei Salix und Aesculus, im Frühjahr solches gebildet, und dann die Korkschichten gesprengt oder wenigstens gelockert werden, da muss eine grössere Durchlässigkeit eintreten, zumal wenn, wie bei Aesculus, längere Zeit vergeht, bis unter dem Choriphelloid wieder Porenkork entsteht. Tritt jedoch nach der Phelloidbildung sofort wieder Porenkork auf, und werden überhaupt die Porenkorkschichten nicht sogleich, sondern erst nach geraumer Zeit gesprengt, wie bei Prunus Padus und anderen, oder wenn sie jahrelang persistiren, wie am Birkenstamm, so kann die Durchlässigkeit der Lenticelle nur geringen Schwankungen unterworfen sein. Wir können also in der angeregten Frage schon a priori Folgendes urtheilen:

1. *Ein absoluter Verschluss kann der stets vorhandenen Intercellularräume wegen überhaupt nicht vorhanden sein.*

2. *Relativ wird die Durchlässigkeit je nach der Pflanzenart variiren.*

3. *Bei einer und derselben Pflanze wird die relative Durchlässigkeit entweder ziemlich constant sein, oder sie wird im Frühjahr etwas grösser sein, je nachdem dies der Bau der Lenticelle bedingt.*

Hiermit stimmen nun in der That die Versuchsresultate überein. Die Experimente selbst sind dreierlei Art:

Druckversuche.

Durch die Lenticellen eines am kurzen Schenkel eines U-förmig gebogenen Glasrohres befestigten, an der oberen Schnittfläche verkitteten Zweiges wurde unter Quecksilberdruck Luft ausgepresst und der Erfolg unter Wasser beobachtet [1]). Diese Methode leidet an verschiedenen Uebelständen (1. Herstellung eines genügenden Verschlusses an der Befestigungsstelle ohne zu starken Druck. 2. Einfluss des Wassers auf das Austreten der Blasen. 3. Besonders die Subjectivität der Beobachtung). Ich theile daher nur einen kleinen Auszug der Versuche mit.

---

[1]) Stahl, l. c. p. 30.

Name	Datum	Druck in cm.	Art des Ausströmens
Aesculus Hippocastanum	24. Sept.	5—6	ziemlich grosse Blasen.
	13. Nov.	4	kleine Blasen.
	9. Mai	1,5	" "
	" "	4	reichlich.
Ampelopsis quinquefolia [1]	6. Dec.	3	ziemlich grosse Blasen.
	29. Mai	3	sehr reichlich.
Cornus-Arten	Winter	4—6	} Mittel aus mehreren Versuchen.
	Sommer	3—4	
Gingko biloba	29. Nov.	5	. . . . [2]
	29. Mai	4	lebhaft.
Pavia rubra	31. Jan.	4	ziemlich rasch.
	9. Mai	4	Blasen sich schnell vergrössernd.
	" "	1,5	kleine Blasen.
Populus pyramidalis	13. Oct.	7—8	
	2. Juli	5	grosse Blasen.
Salix amygdalina	18. Nov.	4	kleine Blasen.
	17. Mai	3	grössere Blasen.
	12. Juni	4—5	nicht lebhaft.
Alnus glutinosa	24. Sept.	16	
	22. Nov.	5	
	29. Mai	4	
	13. Juni	6—12	
Corylus Avellana	24. Febr.	5	langsam.
	21. Juni	8	kleine Blasen.
Fagus silvatica	24. Febr.	12	
	29. Mai	16	
	12. Juni	9—12	verschieden nach dem Alter.
Myrica Gale	24. Sept.	4—5	} langsames Austreten und Vergrössern der Blasen.
	2. Juli	4—5	
Prunus Cerasus	12. Jan.	5	} do.
	29. Mai	4	
	2. Juli	5	
Betula alba	22. Nov.	4—5	
	2. Juli	10	
Robinia Pseudacacia	24. Febr.	6	
	22. Juni	5—6	wie im Winter.

[1]) Austritt stets reichlich, scheinbar im Sommer reichlicher. Neubildungen waren am 29. Mai noch nicht eingetreten! Gutes Demonstrationsobject!

[2]) Wo nichts besonderes bemerkt ist, geben die Zahlen den Druck an, bei welchem ein Austreten von Luftblasen beobachtet wurde.

Obgleich die Unzulänglichkeit der Methode aus obiger Zusammenstellung deutlich hervorgeht, so lassen sich doch wohl folgende Schlüsse daraus ableiten:

1. Die Lenticellen sind auch im Winter für Luft unschwer durchlässig.

2. Nur ein Theil der Lenticellen ist im Sommer leichter durchlässig als im Winter (erste Hälfte).

3. Die Durchlässigkeit schwankt innerhalb gewisser Grenzen nach Alter und Individualität des Versuchszweiges.

Diffusionsversuche.

Man könnte gegen obige Versuche einwenden: wir wissen nicht, ob Druckkräfte, wie die angewandten, in den Intercellularen wirksam sind. Da es mir für das Folgende namentlich darauf ankam, nachzuweisen, dass die Porenkorkschichten, so dicht sie scheinbar auch sind, dennoch einen Gasverkehr leicht vermitteln, so habe ich im Winter, wo sie überall die Lenticelle abschliessen, noch folgende Versuche angestellt: Ein an einem Ende sorgfältig verkitteter Zweig wurde mit dem andern Ende luftdicht in einem Glasrohr, das durch den Stöpsel einer mit Kohlensäure gefüllten Flasche geführt war, befestigt, so, dass sich der Zweig in der Kohlensäure befand. Das andere Ende des Rohrs mündete ebenfalls luftdicht durch den Stöpsel einer zweiten mit Luft gefüllten Flasche, in die ein wenig Kalilösung geschüttet war. Eine Diffusion der Luft und der Kohlensäure in den beiden Gefässen konnte also nicht anders als durch den Zweig und zwar durch die Lenticellen hindurch stattfinden. Druckdifferenzen kommen kaum in Betracht; bei einigen Versuchen wurden Vorkehrungen getroffen, um auch diese auszuschliessen. An der Gewichtszunahme der Flasche mit der Kalilösung konnte die Menge der diffundirten Kohlensäure bestimmt werden. Es wurden nun jedesmal gleichzeitig zwei solcher Apparate mit möglichst gleichen Zweigen zuzusammengesetzt und an dem einen Zweig die Lenticellen mit geschmolzenem Wachs verkittet, an dem andern entsprechend grosse Peridermpartien. Folgendes sind die Ergebnisse:

Versuche im Januar und Februar.

Name		Versuchsdauer in Stunden	Grammgewicht der diffundirten Kohlensäure — Lenticellen verklebt	Grammgewicht der diffundirten Kohlensäure — Lenticellen offen
Sambucus nigra		24	0,0150	0,0188
Prunus Cerasus		24	0,0123	0,0321
Populus nigra		20	0,0100	0,0137
Morus alba		20	0,0093	0,0117
Cornus sp. (alba?)		17	0,0100	0,0321
Betula papyracea		18	0,0060	0,0260
Ampelopsis quinquefolia	A	18	0,0045	0,0141
Ampelopsis quinquefolia	B	24	0,0096	0,0174
Ampelopsis quinquefolia	C	24	0,0060	0,0170

Man sieht, dass ein bedeutender Theil der diffundirten Kohlensäure auf Rechnung der Lenticellen zu setzen ist, also die Porenkorkschichten, d. h. auch die sog. „Verschlussschicht“ passirt hat. Ob die übrige Kohlensäure durch das Periderm diffundirt ist, oder ob der nicht vollkommen luftdicht gelungene Verschluss eine Rolle gespielt hat, bleibe dahingestellt [1]).

Transpirationsversuche.

Dass die Lenticellen die Transpiration befördern, hat Haberlandt in folgender Weise nachgewiesen [2]): Zwei möglichst gleiche an den Schnittflächen verkittete Zweige wurden gewogen und nach 24 Stunden der Gewichtsverlust durch Verdunstung bestimmt. Dann wurden an einem die Lenticellen, an dem andern entsprechend viel Periderm mit Lack [3]) verklebt, die Zweige wieder gewogen und nach 24 Stunden abermals der Gewichtsverlust festgestellt. Ich habe diese Versuche wiederholt und in meiner vorläufigen Mittheilung [4]) bereits das Verhältniss der von mir im Winter angestellten zu Haberlandts Sommerversuchen darge-

[1]) Vergleicht man das Verhältniss der bei verklebten und offenen Lenticellen gefundenen Zahlen mit den unten für die Transpirationsversuche angegebenen Procentzahlen, so ergeben sich wenigstens für einige Fälle annähernd richtige Proportionen, z. B. Prunus Cerasus 0,0123 : 0,0321 wie 31 : 98 und Ampelopsis quinquefolia 0,0096 : 0,0174 wie 47 : 88.

[2]) l. c. p. 17 seq.

[3]) Ich benutzte geschmolzenes Wachs.

[4]) l. c. p. 118.

legt. Beifolgende Tabellen enthalten die Zusammenstellung der Ergebnisse meiner Sommer- und Winterversuche. Es bedeutet

G das Gewicht des Zweiges in Grammen.

T_0 die Transpiration am 1. Tag (ohne Verklebung) in °|₀ von G.

T_1 die Transpiration am 2. Tag (nach Vornahme der besprochenen Verklebung) in °|₀ von T_0.

A den Zweig, dessen Lenticellen verklebt,

B den Zweig, dessen Lenticellen offen waren.

Name	Beginn des Versuchs	A			B		
		G	T_0	T_1	G	T_0	T_1
Alnus	10. Jan.	5,5	1,1	64	6,3	0,95	74
glutinosa	13. Juni	1,6	0,94	53	2,0	1,0	80
Betula	8. Febr.	2,7	0,63	43	2,6	0,55	78
papyracea	3. Juli	2,0	1,2	60	1,7	1,3	82
Ampelopsis	5. Febr.	2,8	0,71	47	2,8	0,76	88
quinquefolia	3. Juli	1,7	1,4	54	0,94	1,5	80
Aesculus [1]							
Hippocastanum	10. Jan.	2,4	0,75	68	3,2	0,71	111
rubicunda	19. Mai	3,2	1,6	29	3,0	0,98	113
Cornus sp.	5. Febr.	3,0	1,5	55	3,3	1,5	88
— alba	30. Mai	1,18	3	33	1,12	2,5	89
— stolonifera	13. Juni	2,8	2,9	53	2,7	4,6	71
Prunus	16. Jan.	9,7	1,9	31	8,5	1,6	98
Cerasus	13. Juni	5,4	0,88	54	5,6	0,49	88

Der Einfluss der Lenticellen auf die Transpiration überhaupt ist hier ausgedrückt in dem Verhältniss der Zahlen der Rubrik T_1 unter A zu denen unter B; es verdunstete z. B. der Zweig von Prunus Cerasus am 16. Januar bei verklebten Lenticellen 31 °|₀, bei offenen Lenticellen, aber theilweise verklebtem Periderm 98 °|₀ von der Gesammtverdunstung des betreffenden Zweiges, d. h. der ohne die vorgenommene Verklebung, am ersten Tage. Zur Beurtheilung des Verhältnisses zwischen Winter und Sommer kommen wesentlich nur die Zahlen T_1 unter A in Betracht; dieselben geben an, wieviel Gewichtstheile Wasser nach der Verklebung der Lenticellen am zweiten Tage noch verdunsteten, bezogen auf

[1]) Hier ist zufällig durch irgend welche Umstände in beiden Fällen die Transpiration am 2. Tage grösser als am ersten.

100 Theile am ersten Tage verdunstetes. Wo diese Zahlen im Sommer kleiner sind, ist der Antheil der Lenticellen an der Gesammtverdunstung T_0 grösser, mithin die Lenticelle durchlässiger. Hiernach ergiebt sich also, dass die Lenticellen von Aesculus und Cornus alba im Sommer viel, die von Alnus nur wenig, die von Betula, Ampelopsis, Cornus stolonifera und Prunus gar nicht durchlässiger waren als im Winter. Wenn letztere sogar im Winter durchlässiger erscheinen, so ist auf die individuelle Verschiedenheit der Versuchszweige hinzuweisen, die allerdings dann auch bei Aesculus und Cornus alba nicht ausgeschlossen wäre.

Die angeführten Experimente können aus naheliegenden Gründen auf physikalische Exactheit überhaupt keinen Anspruch machen, und man mag von ihnen halten, was man will. Das eine geht aber wohl zur Genüge aus ihnen hervor, dass die oben aus den anatomischen Verhältnissen gezogenen Schlüsse richtig sind [1]).

2. Die Haberlandt'sche Ansicht.

In der mehrfach citirten Arbeit Haberlandts heisst es:

p. 15. „An grünen peridermlosen Organen entstehen die „Lenticellen zum Schutze des darunter liegenden Grundgewebes. „Sie verringern die Transpiration und heben überhaupt jede „directe Berührung des Grundgewebes mit der atmosphärischen „Luft vollständig auf.“

p. 23. „Dieselben sind demnach Regulatoren der Tran-„spiration, welche an grünen peridermlosen Zweigen die Wasser-„verdunstung local vermindern, an peridermbesitzenden die-„selbe local erhöhen.“

Haberlandt führt zahlreiche Gründe zur Stütze dieser Ansicht an.

1. Das Auftreten der Lenticellen vor der Bildung des Periderms (p. 13).

2. Das Vorkommen von Lenticellen an den stets peridermlosen Blattstielen (p. 14).

3. Die Vermehrung des Widerstands für die durchströmende Luft bei der Entstehung einer Lenticelle (p. 14).

---

[1]) Auf die Bedeutung, die das Nichtverschlossenwerden der Lenticellen für die Pflanze hat, kommen wir unten zurück (cfr. Phaenologisches).

4. „durch die Lenticellen ganz junger Zweige lässt sich niemals Luft pressen“ (p. 14).

5. Bei Vorhandensein eines Haarkleids „scheint“ die Lenticellenbildung zu unterbleiben: Cytisus Laburnum, Nerium Oleander (p. 14).

6. Erzeugt man durch einen Nadelstich eine „künstliche“ Athemhöhle, so erfolgt Bildung eines Phellogens. Wenn dasselbe daneben unter einer Spaltöffnung vor sich geht, „darf man wohl zuversichtlich auf eine Gleichheit der beiderseitigen Ursachen schliessen“ (p. 15).

Keiner dieser Gründe ist stichhaltig.

ad 3. Von einem Organ, das noch in Bildung begriffen ist, kann man nicht erwarten, dass es seine Function schon vollständig ausübt; jedenfalls wird es aber ebensowenig im gegentheiligen Sinne fungiren. Durch die Zellvermehrung in der Athemhöhle wird zwar für durchströmende Gase ein Widerstand geschaffen, dieser ist jedoch der zahlreichen Kanäle wegen gering gegen den des einen engen Spalts der Spaltöffnung. Für die Verdunstung wird, so lange die Lenticelle auf dem Phelloidstadium stehen bleibt, durchaus keine Schranke gesetzt, und wenn es zur Bildung von Porenkork kommt, was in der Regel erst nach einiger Zeit geschieht, so ist meist die Epidermis schon zerrissen oder gelockert und die junge Lenticelle damit nicht übler daran als die alten.

ad 1. Bilden etwa Cornus alba und Sophora japonica, die doch jahrelang ihre Epidermis bewahren, Lenticellen zur Verminderung der Durchlüftung? Die junge Lenticelle mit allen ihren „Widerständen“ ist immer noch durchlässiger als die Epidermis.

ad 5. Bei einigem Suchen würde man leicht zahlreiche Pflanzen finden, die trotz des dichten Haarkleids der Epidermis Lenticellen bilden, ich erwähne nur: Paulownia imperialis, Pyrus intermedia, Sorbus aucuparia, Populus alba, Salix Caprea, Rhus typhina und verwandte Rhus-Arten etc.

ad 6. Diese Behauptungen bedürfen wohl keiner Widerlegung.

ad 2 und 4. Von einer gewissen Altersstufe an, die dem Auftreten des Periderms lange vorhergeht, sind die Lenticellen nicht nur für Luft durchlässig, sondern befördern auch die Transpiration, wie folgende Versuche beweisen:

A. Durchlässigkeit für Luft.

1. Junge peridermlose Zweige.

a. Druckversuche.

Name	Datum	Quecksilberdruck in cm.	Ausströmen	Internodium	Länge desselben (cm.)
Aesculus rubicunda	19. Mai	10			
Sambucus nigra	30. Mai	—	kein Austreten von Blasen	jüngstes	0,7
	" "	50	vereinzelt und plötzlich grosse Blasen	2.	2,5
	" "	13—6	grosse Blasen	3.	9
	" "	6	" "	4.	17
	" "	4	" "	5. (ältestes)	15
Sambucus nigra	2. Juni	—	nichts	1.	
		20—9	reichlich	2.	
		10—6	reichlich	3.	
Acer Pseudoplatanus	2. Juni	16—12	Alle Internodien ziemlich gleich durchlässig	1.—3.	
	" "	8		4.	
Fraxinus excelsior	5. Juni	6—8			
Forsythia viridissima	5. Juni	6—8	Etwas höherer Druck bei den jüngeren Internodien nöthig		

b. Eintauchen der an beiden Enden verkitteten Zweige in warmes Wasser [1]).

So traten Luftblasen aus bei Viburnum Opulus, Fraxinus excelsior, an allen etwas gebräunten Lenticellen bei Ampelopsis quinquefolia, Idesia polycarpa und Catalpa Bungei, aus noch weissen bei Acer Pseudoplatanus.

2. Blattstiele.

Unter Druck trat Luft aus durch die Blattstiellenticellen von Aesculus Hippocastanum (5 cm.; 13. Juni) und Pavia rubra (18. Juli); beim Eintauchen in warmes Wasser aus denen von Paulownia imperialis, Catalpa Bungei, Cedrela chinensis, Acer Pseudoplatanus.

[1]) Eine für viele Zwecke empfehlenswerthe Methode.

B. Transpiration.

Die Methode der Versuchsanstellung war dieselbe wie oben bei den Versuchen mit alten Zweigen. Die folgenden Zusammenstellungen bedürfen daher wohl keiner Erläuterung.

Name	Beginn des Versuchs	A			B		
		G	T_0	T_1	G	T_0	T_1
Pavia rubra	19. Mai	3,4	3,3	82	3,4	4,5	91
Sambucus nigra	19. Mai						
ganz jung		6,3	4,7	94	5,3	5,1	96
älter		6,7	6,2	78	7,4	5,5	90
noch älter		2,9	6,2	76	2,9	7,0	88
Sambucus nigra	30. Mai						
Erstes Paar		5,3	5,7	81	5,4	5,0	86
Zweites Paar		4,0	7,9	72	4,0	6,1	81
Viburnum Opulus	3. Juli	1,2	8,9	21	1,2	7,7	72

Sämmtliche Zweige noch ohne Periderm!

Ich muss nach dem Voraufgehenden die Haberlandt'sche Ansicht als unrichtig verwerfen und sie durch folgende ersetzen:

Die ganz junge Epidermis lässt noch so leicht Gase und Wasserdampf durch, dass sie einer besonderen Unterstützung in dieser Function nicht bedarf. Während sie sich noch in diesem Zustande befindet, durchlaufen die Lenticellen ihre ersten schwerer durchlässigen Stadien. Mit zunehmendem Alter wird die Epidermis weniger durchlässig, die Lenticellen aber immer mehr, bis sie endlich, *schon bei noch erhaltener Epidermis,* jedenfalls aber, wenn Periderm gebildet wird, ihre volle Function übernommen haben.

3. Sind die Lenticellen capillar verstopfbar?

Da einige Forscher eine capillare Verstopfbarkeit der Lenticellen durch Wasser anzunehmen scheinen[1]), da ausserdem die Lenticellen oft genug mit liquidem Wasser in Berührung kommen, so schien es mir zweckmässig, über ihr Verhalten zum Wasser einige Versuche anzustellen.

---

[1]) cfr. z. B. v. Höhnel, Pringsh. Jahrb. Bd. 12. 1879 p. 67, 69 und Fig. 5.

Zweigstücken von Aesculus Hippocastanum, Betula alba, Gleditschia triacanthos, Robinia Pseudacacia und Salix amygdalina waren an den Enden verkittet worden. Ein Theil derselben wurde in eine wässerige Lösung von Methylgrün gelegt und 2—3 Tage darin gelassen. Andere wurden in einem Reagircylinder in heisses Wasser getaucht und dadurch ohne Benetzung erhitzt, so dass ein Theil der ausgedehnten Luft der Intercellularräume durch die Lenticellen entweichen konnte, dann mit warmer wässeriger Methylgrünlösung übergossen, einige Zeit unter die Luftpumpe gebracht, endlich in der Lösung an der Luft abgekühlt. Nach Beendigung der Versuche wurden die äusserlich abgewaschenen Zweige makroskopisch und mikroskopisch untersucht. Falls überhaupt Wasser die Lenticellen passiren kann, war anzunehmen, dass wenigstens bei der letzteren Versuchsanstellung die gefärbte Flüssigkeit eingesogen worden sein und die Membranen gefärbt haben würde. Folgendes war das Ergebniss:

1. Durch das Periderm war, wie zu erwarten stand, keine Spur des gefärbten Wassers in das Innere gedrungen.

2. An den Lenticellen hatten sich nur die äussersten, verwitterten, mit der Flüssigkeit unmittelbar in Berührung gekommenen Theile gefärbt. Nur bei Aesculus und Gleditschia, wo drei Porenkorkschichten über einander lagen, von denen die äusserste jedenfalls bereits sehr gelockert oder gar gerissen war, war durch diese letztere die gefärbte Lösung eingedrungen und hatte die zunächst darunter liegenden Choriphelloidzellen grün gefärbt; trotzdem war in den Intercellularen zwischen denselben noch Luft. Durch die nächste Porenkorkschicht (die zweite über der Verjüngungsschicht) und überhaupt tiefer in das Innere war keine Spur eingedrungen, an keiner einzigen Lenticelle. Bei Betula war in der äussersten Korkschicht (der letzten vom vorigen Jahr, Versuch im Juli), die unmittelbar mit der grünen Lösung in Berührung stand, noch Luft in allen Intercellularen, und weder eine Färbung an ihr eingetreten, noch überhaupt eine Spur durch sie eingedrungen.

Es ergiebt sich hieraus, *dass die Porenkorkschichten für Wasser undurchlässig sind und dies auch bleiben, selbst wenn sie durch das nachrückende Gewebe nach aussen geschoben werden.* (Werden sie zuletzt zu sehr gedehnt, so hört selbstverständlich diese Eigenschaft auf). Dass diese Unverstopfbarkeit bei Regenwetter von grosser Bedeutung ist, leuchtet ein; sie wird selbst

bei lange andauerndem Regen die Lenticelle functionsfähig erhalten und ein Eindringen von Wasser in die Rinde verhüten.

Ich kann ferner nach diesen Versuchsresultaten nicht glauben, dass die Choriphelloidzellen noch nachträglich Wasser von aussen aufnehmen, und dass dabei etwa die Stärke als Erzeugerin osmotisch wirksamer Stoffe eine Rolle spiele; ob sie aus feuchter Luft Wasserdampf zu condensiren vermögen, ist allerdings eine andere Frage. Wenn de Bary[1]) von Hygroskopicität der Füllzellen spricht, und von starkem Aufquellen der Lenticellen bei Feuchtigkeit, so möchte dabei wohl zunächst an ein Quellen der alten, abgestorbenen Schichten zu denken sein. Bei längerem und andauerndem Aufenthalt eines Zweiges in absolut feuchter Atmosphäre oder in Wasser macht sich allerdings oft ein starkes Aufquellen der Lenticellen bemerklich, das aber auf ganz abnormen Wucherungen entweder der Füllzellen (Wurzel von Populus alba) oder des unter der Lenticelle befindlichen Parenchyms (Ampelopsis im Winterzustand, Luftwurzel von Philodendron) beruht[2]).

Histophysiologisches.

Welches ist die Bedeutung der einzelnen Schichten der Lenticelle und welches die des Schichtenwechsels?

So lange man das regelmässige Auftreten und stete Vorhandensein der Korkschichten der Lenticelle nicht kannte, und so lange man die in ihnen vorhandenen Intercellularen nicht gefunden hatte, war es natürlich, dass man die lockeren Zellen, das Choriphelloid, als das wesentliche Gewebe der Lenticelle ansah, und den Porenkorkschichten nur eine nebensächliche Bedeutung zuschrieb, sie für „Verschlussschichten", oder für die lockeren Zellen zusammenhaltende „Zwischenstreifen" hielt. Dass sie ersteres nicht sind, haben wir bereits nachgewiesen; dass sie auch letzteres nicht

---

[1]) Vergl. Anatomie p. 577.

[2]) Die jüngst von R. Hartig (cfr. Bot. Centralblatt Bd. XV No. 3 Nr. 29. 1883) nach einer Reihe von Versuchen ausgesprochene Behauptung, „die Zweige vermöchten durch die Rinde Wasser aufzunehmen", dürfte nach obigen Versuchen nur mit Vorsicht zu acceptiren sein. Ich möchte nur darauf noch hinweisen, wie schwierig ein vollkommen dichter Verschluss an den Zweigenden, zumal mit Siegellack, herzustellen ist. Bei meinen in heisses, geschmolzenes Wachs eingetauchten Zweigen war doch zwischen Rinde und Wachs hindurch capillar die grüne Flüssigkeit eingedrungen.

sind, ist ebenfalls leicht einzusehen. Dagegen spricht: erstens, ihre vollständige Homologie mit dem Porenkork der nur aus Kork bestehenden Lenticellen; zweitens, die Thatsache, dass an manchen Lenticellen die lockeren Zellen rasch vergehen, die Korkschichten aber lange erhalten bleiben, letztere also nicht der ersteren wegen da sind; drittens, der Umstand, dass die lockeren Zellen durchaus nicht so lose sind, dass sie auseinander fallen könnten.

Die Porenkorkschichten müssen vielmehr eine weit wichtigere Aufgabe haben; nach unserer Meinung sind sie das eigentlich Wesentliche der Lenticelle und die losen Zellen haben nur Nebenfunctionen. Wir wollen im Folgenden die Richtigkeit dieser Ansicht zu beweisen versuchen.

Die Lenticelle ist eine Lücke im Periderm, durch die hindurch der Gaswechsel stattfindet. Soll diese Lücke für das unterliegende Gewebe nicht schädlich werden, so muss sie durch Zellen ausgefüllt sein, welche die Einflüsse äusserer Agentien abhalten, daneben aber auch Gasen den genügenden Durchtritt gestatten. Diesen Aufgaben genügt nun der Porenkork in vorzüglicher Weise, denn er vereinigt in sich Durchlässigkeit mit allen schützenden Eigenschaften des echten Korks. Wasser vermag nicht durch ihn hindurch zu dringen; Sporen, Pilzfäden, Staub und andere Dinge sind zu gross, um in die engen Kanälchen hineingelangen zu können; gegen zu starke Verdunstung gewährt er genügenden Schutz; an Elasticität steht er dem Kork nicht nach; was ihm an Festigkeit abgeht, wird durch reichlichere Bildung ersetzt etc.; dabei ist er für Gase der grossen Zahl der zwar engen Kanälchen wegen, wie wir experimentell gezeigt haben, genügend durchlässig. Der Porenkork ist daher das geeignetste Material, um die Lücke im Periderm auszufüllen, und so sehen wir denn auch ganze Lenticellen nur aus ihm bestehen. Das Choriphelloid ist zwar bei weitem durchlässiger; es besitzt aber keine der genannten übrigen nothwendigen Eigenschaften der Füllsubstanz für die Peridermlücke; es tritt daher immer nur neben Porenkork auf, diesen in seiner Function unterstützend.

Eine einfache Schicht Porenkork wäre noch nicht die vollkommenste Einrichtung; sie würde nicht resistent genug sein, um lange auszudauern. Eine reichlichere Wucherung desselben jedoch bringt schon so viele Vortheile mit sich, dass daraus ganz allein eine Lenticelle bestehen kann; sie bewirkt einen raschen Ersatz, wenn einmal eine Beschädigung eingetreten sein sollte; sie sorgt dafür, dass stets offene, freie Communication für die Gase vor-

handen ist; sie bietet, wie bereits erwähnt, ein Aequivalent für die geringere Festigkeit der einzelnen Schicht; sie bewirkt endlich durch die Anhäufung der abgestorbenen Reste zu beiden Seiten der Lenticelle die Entstehung zweier das Innere schützender Wülste. Damit die Durchlässigkeit durch die Dicke der Schicht nicht zu sehr herabgesetzt wird, können nun auch die Intercellularen grösser sein, ohne dass ein Nachtheil daraus erwächst; es kann sogar die Verkorkung eine geringere werden, wenn nur die Festigkeit und Dicke der Schicht eine genügende ist. Im letzteren Falle wird dann jedoch am Ende der Vegetationsperiode eine dickwandigere, resistentere und oft dichtere Schicht gebildet, die für die Dauer des Winters aushalten und das Periderm ersetzen muss (Gingko, Quercus).

In den meisten Fällen jedoch sind gewisse Schichten ganz unverkorkt, und diese Einrichtung müssen wir, zumal da sie der häufigste Fall ist, für die vollkommenste halten. Wenn die unverkorkten Schichten keinen Nachtheil bringen sollen, so müssen stets verkorkte gleichzeitig neben ihnen vorkommen und vollständig erhalten sein. Das kann auf zweierlei Weise erreicht werden: *Erstens,* wenn nur einmal im Jahr der Wechsel von Phelloid und Kork auftritt, so bleibt in der Regel die vorjährige Korkschicht im Sommer so lange erhalten, bis eine neue gebildet ist, sehr häufig noch länger (Coniferen, Stammlenticellen von Betula), oder wenn sie ausnahmsweise früher aufreisst, vergeht nur kurze Zeit, bis eine neue vorhanden ist (Salix). *Zweitens,* wenn der Wechsel von Phelloid und Kork mehrere Male im Jahr vor sich geht, so wird obiger Zweck in viel vollkommenerer Weise erreicht; es sind dann stets eine oder zwei vollständig erhaltene Porenkorkschichten vorhanden, oft auch noch mehr, und es ist auf diese Weise das Verhalten der Lenticelle ein weitaus gleichmässigeres.

Wir haben bislang immer angenommen, dass die äussersten Schichten allmählig abgeworfen werden, ohne nach den Ursachen dieser Erscheinung zu forschen. Der Grund dafür liegt in unserem Falle sehr klar zu Tage, es sind die unverkorkten Zellen. Ihnen fällt wesentlich die Aufgabe zu, die Porenkorkschichten von einander und von der Lenticelle zu trennen; es kommt ihnen daher mit vollem Rechte auch physiologisch der Name Phelloid zu, wie sich sogleich des Näheren zeigen wird.

In einigen Fällen gehen die lockeren Zellen, nachdem unter ihnen eine neue Porenkorkschicht gebildet ist, rasch zu Grunde; wir sehen hernach die zwei Korkschichten getrennt nahe über

einander liegen, nur Reste der losen Zellen dazwischen (Betula, Lonicera tatarica etc., Salix amygdalina (Fig. 1, 2) z. Theil). Offenbar ist hier die Function derselben nur die gewesen, die Porenkorkschichten von einander zu trennen; sie bilden ein *„passives Trennungsphelloid"* [1]).

Oder aber die unverkorkten Zellen sind sehr derbwandig und fest unter einander verbunden, die Korkschichten sind dünnwandig, leicht zerreisslich; fast jeder Schnitt macht es uns deutlich, dass durch auf die unverkorkten Zellen wirkende Agentien die Korkschichten zerrissen werden können (Picea excelsa (Fig. 17)). Hier sind die unverkorkten Schichten ein *„actives Trennungsphelloid"* [1]).

v. Höhnel[1]) redet auch von *„Massen-* oder *Ersatzphelloid"*. Als solches können wir die unverkorkten Schichten derjenigen Lenticellen deuten, in denen die Porenkorkschichten sehr zurücktreten (Abies pectinata). Es liegt aber kein zwingender Grund dazu vor, und die Deutung als Trennungsphelloid ist ebenso zulässig. Ersatzphelloide im wahrsten Sinne des Worts, ich meine solche, in denen gar kein Kork vorkommt, habe ich bei den Lenticellen ebensowenig gefunden, wie v. Höhnel im Periderm.

In zahlreichen Fällen, zumal denen, wo wir es mit verholzten dünnwandigen, oder überhaupt mit radial langgestreckten Choriphelloidzellen zu thun haben, kommt noch eine wichtige Eigenschaft derselben in Betracht, kraft deren sie zu einem *noch viel activeren Trennungsphelloid* werden; denn das active Phelloid v. Höhnels wirkt doch immer nur passiv unter dem Einfluss äusserer Agentien, der Feuchtigkeit und Trockenheit; in unserem Falle aber kommt eine den Zellen inne wohnende Kraft, eine Wirkung ihres Lebens in Betracht (Prunus Cerasus, Robinia, Sophora, Aesculus etc. (Fig. 4, 15, 16)). Die Phelloidzellen dieser Lenticellen behalten nämlich lange einen contractilen Protoplasmaschlauch. Setzt man Zuckerlösung einem Präparat hinzu, so bemerkt man nicht nur, dass dieser sich zusammenzieht, sondern die ganze Zelle verringert ihre Dimensionen, merklich aber nur in ihrer Längsrichtung. Ich habe an den lockeren Füllzellen von Prunus Cerasus Versuche angestellt und die Contraction durch Projection mit der Camera lucida bestimmt; dieselbe beträgt in radialer Richtung etwa 10 % (Mittel aus 10 Messungen), während in tangentialer überhaupt keine Contraction erkennbar

---

[1]) v. Höhnel, über Kork etc. l. c. p. 601.

war. Es folgt daraus, dass diese Zellen, so lange sie turgesciren, fast nur in radialer Richtung sich ausdehnen und wachsen werden, und dass nach dieser Richtung hin bedeutende Druckkräfte von ihnen ausgeübt werden können. Sie wölben daher die über ihnen liegenden Porenkorkschichten kräftig in die Höhe, sie halten später, wenn eine neue Korkschicht ihnen folgt, diese und die vorhergehende weit auseinander, so dass sie einen linsenförmigen Raum einschliessen. Das dauert dann auch fort, wenn sie hierauf ihren Inhalt verlieren, weil inzwischen ihre Form durch Wachsthum (Verholzung!) fixirt ist. Ein directes Sprengen der unmittelbar über ihnen liegenden Porenkorkschicht bewirken sie in der Regel nicht (wohl nur ausnahmsweise einmal bei der Bildung des ersten Phelloids im Frühjahr; diese Fälle sind wohl nicht normal, denn es pflegt dann das den Atmosphärilien preisgegebene Phelloid rasch zu Grunde zu gehen); vielmehr scheint es Norm zu sein, wie bereits oben erwähnt, dass stets mindestens eine wohl erhaltene Porenkorkschicht über dem zuletzt gebildeten Choriphelloid liegt. Eine solche Porenkorkschicht braucht gar nicht sehr gedehnt zu sein, weil sie bei ihrer Entstehung etwa ebenso tief eingesenkt war, als sie hernach hervorgewölbt ist; auch spricht das negative Resultat meiner oben erwähnten Injectionsversuche mit Methylgrünlösung gegen eine wesentliche Veränderung ihrer Eigenschaften. Mittelbar aber bewirkt das Choriphelloid doch die Sprengung der Porenkorkplatten; indem der jetzt vorhandene biconvex-linsenförmige Raum zwischen zwei Porenkorkschichten (cfr. Fig. 4) durch das Nachwachsen einer neuen ebenso geformten Choriphelloidgruppe eine concav-convexe Form annehmen muss, wird offenbar die äussere Grenzkorkschicht so sehr gedehnt, dass ihr Zerreissen entweder sofort eintritt, oder doch durch den geringsten Anstoss herbeigeführt werden kann; wahrscheinlich spielt dabei dann auch die Rindenspannung eine Rolle.

Der öftere Wechsel von Phelloid mit Kork bringt eine Anzahl von Vortheilen mit sich. Er ermöglicht, dass der Porenkork auf niedrige Schichten reducirt wird und daher, ohne an Durchlässigkeit einzubüssen, engere Intercellularen erhalten kann; dadurch wird nicht nur die Festigkeit desselben, sondern auch seine schützende Eigenschaft erhöht. Es ist ferner dadurch in bester Weise für das Abwerfen der alten unbrauchbaren Schichten, gewissermassen für ein in Stand halten der Lenticelle gesorgt, wie soeben gezeigt wurde. Endlich wird, zumal in dem zuletzt besprochenen Falle, eine Luftkammer gebildet, die vielleicht schon als solche

eine Bedeutung hat, jedenfalls aber auch gegen einen directen Einfluss äusserer Verhältnisse einen wirksamen Schutz bietet. Bei Regen wird sich z. B. diese Kammer niemals mit Wasser füllen; sowie nach dem Regen die äussersten Schichten nur ein wenig abgetrocknet sind, ist die Lenticelle wieder functionsfähig.

Dass die letzten Zellenlagen des Porenkorks bei Gingko und Quercus resistenter ausfallen, wurde bereits besprochen. Eine ganz analoge Erscheinung ist bei den zuletzt behandelten Lenticellen die, dass in manchen Fällen (die oben im anatom. Theil genannt sind) die letzte oder die letzten Porenkorkschichten dicker und derbwandiger werden, als die ersten. Die während des Sommers gebildeten werden rasch durch neue ersetzt und können daher zarter gebaut sein; die im Herbst gebildeten müssen für die Dauer des Winters aushalten und sind daher derber und fester. Dass dadurch in manchen Fällen die Durchlässigkeit herabgesetzt wird, schadet für den Winter nicht; dass aber wenigstens eine bedeutende Verminderung derselben für den Winter nicht beabsichtigt sein kann, geht aus einigen im nächsten Abschnitt zu besprechenden Erscheinungen hervor (siehe daselbst).

Somit hätten wir die beiden Bestandtheile der Lenticelle nach ihrer Function betrachtet und ihr Vorhandensein durch ihre Zweckmässigkeit zu erklären versucht. Dass wir damit die eigentlichen Grundursachen noch nicht kennen, ist uns wohl bewusst. Feuchtigkeit begünstigt zwar, wie es scheint, die Choriphelloidbildung; wollten wir aber daraus schliessen, dass abwechselnde Feuchtigkeit und Trockenheit die Bildung der beiderlei Schichten hervorriefen, so möchte das weit gefehlt sein. Nach längerer feuchter Witterung fand ich bald Porenkork-, bald Choriphelloidschichten an den Lenticellen gebildet. Ebenso wenig sind es Druckdifferenzen in der Rinde, wie Costerus[1]) meinte. Wir wollen die Entscheidung dieser Frage einem späteren, gereifteren Zustande unserer Wissenschaft überlassen.

Phänologisches.

Es bleibt uns noch übrig, eine Anzahl von Beobachtungen, die im Vorhergehenden nur nebenbei erwähnt werden konnten, hier zusammenzustellen. Sie beziehen sich auf das Auftreten der einzelnen Erscheinungen an der Lenticelle und deren Beziehungen zu Allgemeinerscheinungen an der Pflanze.

---

[1]) het wezen der lenticellen p. 52.

1. Der Wiederbeginn der Thätigkeit in der Lenticelle im Frühjahr fällt verhältnissmässig spät; manche Pflanzen haben schon geblüht, meist sind die Blätter schon entfaltet, stets aber ist an der Spitze der Zweige schon ein Langtrieb von ziemlicher Länge gebildet. Folgende Daten mögen das weiter veranschaulichen.

Neubildungen waren eingetreten [1]):

30. April.	Salix amygdalina, S. fragilis.
1—7. Mai.	Prunus Padus (Blätter bereits entfaltet, ebenso die Trauben mit Blüthenknospen), Pavia rubra, Aesculus Hippocastanum (Blätter sich ausbreitend, noch gefaltet, junger Trieb 10 cm. lang), Ribes aureum.
8—14. Mai.	Cornus stolonifera, Prunus Cerasus, Syringa vulgaris, Ulmus sp.
15—21. Mai.	Gingko biloba, Acer Negundo, Sophora japonica (Blätter noch ziemlich zurück), Sambucus nigra, Rhus typhina, Corylus Avellana.
22—31. Mai.	Sorbus aucuparia (Die Blätter waren schon am 15. Mai entfaltet).
1—7. Juni.	Betula fruticosa, Fagus silvatica (Am 21. Mai waren die Lenticellen noch in Ruhe, obgleich schon ein 24 cm. langer Trieb gebildet war), Quercus pedunculata.
20. Juni.	Populus Tremula.
27. Juni.	Myrica Gale.
Ende Juli.	Ampelopsis quinquefolia.

Bei einigen Pflanzen tritt die Neubildung also auffallend spät ein.

Aehnliche Verschiedenheiten kommen vor bezüglich der Entstehung der ersten Porenkorkschicht. Dieselbe wird entweder sogleich nach der Ausbildung des Choriphelloids gebildet (Prunus Padus, Sophora japonica etc.), oder es vergeht längere Zeit (Aesculus Hippocastanum 13. Juni). In letzterem Falle kann dann, namentlich wenn zugleich die vorjährigen Korkschichten gesprengt sein sollten, auf einige Zeit ein sehr bemerkbares „Oeffnen" der Lenticelle eintreten.

---

[1]) Die Angaben beziehen sich auf die Spitze der vorjährigen Triebe. cfr. unter 3.

2. Zwischen der Anlage der neuen Lenticellen und den Neubildungen in den alten scheint keinerlei Beziehung zu existiren. Die neuen Lenticellen sind entweder eher vorhanden, als Neubildung in den alten auftritt (Betula ordorata 19. Mai, Ampelopsis quinquefolia 12. Juni) oder sie erscheinen ziemlich gleichzeitig, oder auch später (Prunus Padus 19. Mai, Aesculus Hippocastanum 15. Mai). Auch an den neuen Lenticellen treten früher oder später, meist sehr bald, Porenkorkschichten auf (bei Corylus tubulosa, Betula fruticosa bereits am 2—4. Juni, cfr. auch oben Prunus Padus).

3. Erwähnung verdient ferner die eigenthümliche Verknüpfung dieser Neubildungen mit der Thätigkeit des Cambiumringes. Die Beziehung ist eine zweifache:

a. Der Beginn der Füllzellbildung findet meist etwas nach den ersten Neubildungen im Cambium statt (Sambucus, Aesculus, Corylus, Sorbus, Ulmus, Acer, Sophora, Rhus, Alnus); in einigen Fällen allerdings sehr viel später (Myrica, Ampelopsis, Fagus). Nur in wenigen Fällen wurde ungefähre Gleichzeitigkeit (Cornus stolonifera) oder Praecedenz der Lenticellenthätigkeit beobachtet (Ribes aureum, Gingko biloba).

b. Die Neubildungen in den Lenticellen beginnen, wie die im Cambiumring, an der Spitze der vorjährigen Triebe und rücken von da allmählig nach abwärts. Die Erscheinung wurde an Zweigen von Aesculus Hippocastanum, Aesc. rubicunda, Salix amygdalina, Ulmus sp., Corylus Avellana aufgefunden und bei Fagus silvatica genauer verfolgt. Hier fand ich [1]) folgenden Thatbestand: An der Spitze des vorjährigen Triebs (1882) war bereits Choriphelloid und Porenkork gebildet, und die Verjüngungsschicht darunter getheilt. Im 5. Internodium (1882), 6—9. Internodium (1881) und so fort bis zum 13. Internodium (Spitze des Triebs von 1879) beobachtete ich verschiedene Stadien der Choriphelloidbildung. Von da abwärts war die Verjüngungsschicht in Ruhe, das Cambium jedoch schon thätig; im 17. Internodium waren noch 3 Gefässe, im 26. J. 2, im 29. ein Gefäss gebildet. — Einzelne Ausnahmen von der Regel scheinen jedoch vorzukommen, wenn von einem kürzeren seitlichen Trieb aus die Entwickelung eher auf den Haupttrieb übergeht, als von der Spitze aus. Ob eine Abhängigkeit der Lenticellenthätigkeit von der Cam-

---

[1]) am 12. Juni 1883.

biumthätigkeit vorhanden ist, oder ob beide die Folgen einer gemeinsamen Ursache sind, vermag ich nicht zu entscheiden.

Mit der zuletzt besprochenen Thatsache könnte der Umstand in Zusammenhang stehen, dass, während an den jungen Lenticellen meist viele Porenkorkschichten im Jahre gebildet werden, an denen des Stammes oft nur eine entsteht. Denn da die schon oben nicht früh beginnende Neubildung allmählig abwärts schreitet, so finden vielleicht die Lenticellen am Stamm nicht Zeit mehr, um mehr als eine Schicht zu erzeugen (Betula, cfr. oben). Es ist dies jedoch nur eine Vermuthung, die zur Begründung erst weiterer Thatsachen bedarf.

Wir haben im Vorstehenden gesehen, dass wenn die Lenticellen ihre Thätigkeit beginnen und damit in einigen Fällen ein *„Oeffnen“* eintritt, die Pflanze in ihrer Entwickelung schon ziemlich vorgeschritten ist, Blätter, Blüthen, neue Triebe oft schon gebildet sind, der Cambiumring seine Thätigkeit begonnen hat. Wäre nun vorher der Zustand der Lenticellen ein *„geschlossener“* gewesen, so müssten alle diese Vorgänge ohne Gaswechsel in den Zweigen vor sich gegangen sein, was doch nicht wohl anzunehmen ist. Es leuchtet also ein, warum ein Verschluss der Lenticelle nicht stattfindet, ja sogar unzweckmässig wäre. *Die Lenticellen müssen eben jederzeit functionsfähig sein, namentlich auch also im Frühjahr vor der Ausbildung der Blätter,* wo sie die einzigen Durchlüftungsorgane sind. Ob auch im Winter ein Gaswechsel, natürlich in geringerem Grade, stattfindet, müsste erst noch experimentell untersucht werden.

Rindenporen der lenticellenfreien Holzgewächse.

Das fast allgemeine Vorkommen der Lenticellen bei den Coniferen und Dicotylen legte mir die Vermuthung nahe, dass diejenigen peridermbildenden Gewächse aus diesen beiden Gruppen, an welchen Lenticellen bislang nicht aufgefunden worden sind, durch irgend eine Vorrichtung einen Ersatz für die Lenticellen haben müssten. Diese Vermuthung hat sich in der That für eine Anzahl Pflanzen bestätigt. Untersucht habe ich: Vitis-Arten, Clematis-Arten, Lonicera Periclymenum, Philadelphus coronarius; Taxus baccata, Tecoma radicans; Pinus silvestris, Rubus odoratus, Deutzia scabra, Heterocentron roseum; nur bei den letzten vier habe ich bislang keine *„Rindenporen“* finden können.

Erste Gruppe.

Vitis, Clematis; Philadelphus; Lonicera Periclymenum.

Ueber die Durchlüftungseinrichtungen dieser Gruppe habe ich bereits früher Mittheilung gemacht[1]). Gemeinsam ist den genannten Pflanzen, dass die luftführenden Räume wesentlich auf die Markstrahlen beschränkt sind. *Die in radialer Richtung verlaufenden Markstrahl-Intercellularen*[2]) erlangen hier eine bedeutendere Mächtigkeit und *durchsetzen auch das Periderm;* sie lassen sich also durch Holz, Cambiumring, Rinde und Kork hindurch verfolgen. Die übrigen Intercellularen des Rindengewebes treten mehr zurück oder fehlen ganz.

Vitis riparia, vulpina etc.

Schon am jungen noch von Epidermis bedeckten Zweig macht sich eine gewisse Localisirung der Intercellularräume bemerklich. Die mächtigen primären Bastbündel beschränken dieselben auf die mit ihnen alternirenden Längsstreifen der primären Rinde. Ueber diesen letzteren findet sich ein chlorophyllreiches Gewebe, in der Epidermis selbst Spaltöffnungen, während man über den Bastbündeln nur wenig Chlorophyll und keine Spaltöffnungen sieht. Wenn dann an der Innengrenze der primären Bastbündel der Peridermring angelegt wird, so bleiben überall da, wo der Korkring die Markstrahlen durchschneidet, Intercellularkanäle in demselben als Verlängerung der Markstrahlintercellularen übrig[3]). Es ist also eine Luftcommunication durch das Periderm hindurch hergestellt. Was ausserhalb des Peridermringes liegt, vertrocknet bald, wird rissig und hemmt den Gasverkehr nicht; diese so entstandene Borke erhält sich lange, schützt das Periderm und macht ein Nachwachsen des für Luft durchlässigen Korks unnöthig. Mit dem jedes Jahr neu entstehenden Korkring werden auch die *„Markstrahl-Rindenporen“* jedesmal neugebildet; der alte Kork geht mit in die Borke über, bekommt bald Risse und wird daher kein Hinderniss für den Gaswechsel. Die zwischen den Phloemtheilen der

---

[1]) l. c. p. 119.

[2]) cfr. Russow, zur Kenntniss des Holzes, insbesondere des Coniferenholzes. Bot. Centralbl. 1883. N. 1—5, sowie meine citirte Mittheilung.

[3]) Der Nachweis wurde mittelst der auch bei den Porenkorkschichten der Lenticellen angewandten Methode geführt.

Markstrahlen eingeschlossene secundäre Rinde enthält hier gar keine Intercellularen, sondern die Lufträume sind ganz auf die Markstrahlen beschränkt. Sie sind aber keineswegs unbedeutend, denn *erstens* sieht man auf Querschniten in den ziemlich breiten Markstrahlen oft gegen 6 solcher schwarzer Luftstreifen, wenn auch nicht in ganz gleicher Höhe, nebeneinander. Sie erweitern sich im Rindentheil, werden unmittelbar unter dem Kork am weitesten und weichen hier etwas auseinander; hier kommt also eine grössere Ansammlung von Luft zu Stande. Sie durchsetzen dann das sich ihnen entgegenwölbende Periderm als äusserst feine Kanäle in schwach convergirender Richtung [1]). Mit den in der Borke befindlichen Luftmassen stehen sie in Zusammenhang. *Zweitens* erreichen die Markstrahlen bei dieser Pflanze bekanntlich eine bedeutende Höhe, man kann sie durch das ganze Internodium hindurch verfolgen. Fertigt man nun Radialschnitte an, die ganz aus Markstrahlgewebe bestehen, so wird die Bedeutung dieser Intercellularen erst recht offenbar. Man sieht zahllose parallele Luftkanäle in radialer Richtung, dicht neben einander, auch durch das Periderm verlaufen [2]). Tangentialschnitte (Fig. 21) durch das Periderm zeigen Streifen grösserer, gewöhnlicher Korkzellen abwechselnd mit solchen aus kleineren, rundlich-polygonalen, zwischen denen in jeder Ecke ein kleiner Intercellularraum sich befindet, also mit Streifen eines Korks, der ganz unserm oben oft genannten Porenkork entspricht. Diese liegen über den Markstrahlen.

Clematis Vitalba, Viticella.

Hier sind die Verhältnisse ganz analog (Fig. 19). Nur sind die Markstrahlen, namentlich aussen, noch breiter, die Intercellularkanäle in ihnen auch tangential in Verbindung, es finden sich kleine Intercellularen auch im Phloem und die Ausmündungen durch das Periderm sind nicht ganz so streng localisirt, sondern es kommt auch in einiger Entfernung von der Mitte des Markstrahls noch gelegentlich einmal ein Luftkanal im Periderm vor. Die Markstrahl-Rindenporen liegen hier in den äusserlich leicht erkennbaren Längsfurchen der Zweige.

---

[1]) Meine Mittheilung Taf. IV, Fig. 11. In Periderm sind die Intercellularen etwas zu dick gezeichnet.

[2]) Ebenda Fig. 12.

Philadelphus coronarius.

Auch diese Pflanze hat dieselben hohen Markstrahlen. Im Phloem fehlen Intercellularräume. Die der Markstrahlen verlaufen wellig und münden durch den Kork aus (Fig. 20). Da das ältere Phellem [1]) durch Phelloid bald rissig wird, so ist auch hier dem Gaswechsel kein Hinderniss entgegen gesetzt.

Lonicera Periclymenum.

Die Markstrahlen sind hier niedrig und von dem gewöhnlichen Bau. In Folge dessen sind die in Rede stehenden Rindenporen auf kleine, spindelförmige, kleinzellige Gruppen im Periderm localisirt (Tangentialschnitt). Querschnitte sind nicht leicht zu erhalten, da man die betreffenden Stellen äusserlich nicht erkennen kann. Auf successiven Tangentialschnitten lässt sich jedoch der Zusammenhang dieser Zellengruppen mit den Markstrahlen und die Continuität der Intercellularen leicht feststellen.

Zur Function.

Dass die soeben beschriebenen „Markstrahl-Rindenporen" wirklich der Durchlüftuug dienen, lässt sich leicht nachweisen. Man entfernt von den Zweigstücken genannter Pflanzen vorsichtig alle Borkeschichten (am besten gelingt dies an einjährigen Trieben im Winter oder Frühsommer), verkittet die Schnittflächen und taucht die so präparirten Zweige in warmes Wasser. Alsdann treten bei Clematis, Vitis und Philadelphus über den Markstrahlen Reihen feiner Luftbläschen aus, bei Lonicera Bläschen über die ganze Oberfläche zerstreut. Durch Druck lässt sich dasselbe, nur nicht so bequem, erreichen. Selbstverständlich dienen diese Rindenporen auch der Transpiration. Versuche, dies experimentell darzuthun, sind mir missglückt, da eine Verklebung der Poren sich nicht wohl ausführen liess.

Zweite Gruppe.

Tecoma radicans. Taxus baccata.

Hier besteht keine Beziehung der Rindenporen zu den Markstrahlen. Es finden sich im Kork zerstreut eigenthümliche Zellen-

[1]) cfr. die Beschreibung des Phellems bei v. Höhnel, l. c. p. 607.

gruppen (Fig. 22), die durch die geringere Grösse ihrer Zellen und deren rundlich-polygonale Gestalt auf Tangentialschnitten leicht gefunden werden. Das unter ihnen liegende ebenso kleinzellige phellogene oder parenchymatische Gewebe besitzt kleine Intercellularräume, und ebenso auch der kleinzellige Kork. Bei Tecoma (Fig. 23) habe ich dieselben bei starker Vergrösserung gesehen; von Taxus besitze ich ein Präparat, an dem die kleinen Korkzellen an ihren sämmtlichen Kanten von feinen Luftkanälen umgeben sind. Wir haben es also auch hier mit Porenkorkplatten zu thun, die höchst wahrscheinlich der Durchlüftung dienen. Makroskopisch ist von diesen Gebilden nichts zu erkennen, was die Anfertigung von Querschnitten sehr erschwert.

Nachdem wir so erkannt haben, dass ausser den Lenticellen noch andere „Poren" im Periderm sich finden können, wäre es gewiss zweckmässig, wie es bereits im vorliegenden geschehen ist, *den Ausdruck „Rindenporen" zu verallgemeinern und neben den Lenticellen auch die übrigen auf intercellularen Durchbrechungen des Korks beruhenden Durchlüftungsvorrichtungen der Rinde damit zu bezeichnen.* Wir kennen demnach jetzt drei Arten von Rindenporen: 1. Die Lenticellen. 2. Die Markstrahl-Rindenporen. 3. Die Porenkorkplatten im Periderm von Taxus und Tecoma. Gemeinsam ist allen dreien die Modification des Korks, die wir oben als Porenkork bezeichnet haben. Die Analogie dieses Gewebes für alle drei Fälle liegt auf der Hand. Betrachtet man einen Tangentialschnitt des Korks von Tecoma, der eine Porenkorkplatte enthält und einen solchen durch die Lenticelle von Lonicera tatarica neben einander, so will es sogar scheinen, als sei die Porenkorkplatte von Tecoma nur eine rudimentär gebliebene Lenticelle, oder die Lenticelle von Lonicera nur eine Weiterentwicklung der Porenkorkplatte von Tecoma.

Anmerkung: Bei Pinus silvestris ist es mir noch nicht gelungen, einen Ersatz der Lenticellen zu finden; vielleicht verhält sich übrigens diese Pflanze ähnlich wie Taxus. — Ebenso habe ich mit Rubus odoratus[1]) und Heterocentron roseum[2]) vergebliche Versuche gemacht. Hier ist im Phelloid,

---

[1]) v. Höhnel, l. c. p. 606.

[2]) Ebenda pag. 610 und Vöchting, Anatomie d. Melastomaceen in Hansteins Abh. Bd. III.

resp. zwischen Phelloid und Kork ein System von Intercellularen vorhanden, denen allerdings v. Höhnel nur phelloidspaltende Function zuschreibt. Der Kork bei Rubus ist, wie es scheint, ganz lückenlos. Mehrfach konnte ich beobachten, wie aus dem Parenchym kommende lufterfüllte Intercellularen senkrecht gegen das Periderm verliefen, aber von der einzelligen Korklage unterbrochen wurden, und dann diametral gegenüber im Phelloid sich fortsetzten, um abermals vom Kork unterbrochen zu werden und so fort. — Bei Deutzia scabra begrenzt eine einzige, auch, wie es scheint, lückenlose, Korkzellenlage die Rinde, abgesehen von der Borke.

Es wäre eine gewiss dankenswerthe Arbeit, bei diesen und den übrigen lenticellenfreien Holzgewächsen [1]) die Durchlüftungsverhältnisse genauer zu untersuchen und klar zu legen, *ob hier ebenfalls Rindenporen vorliegen, oder ob die Durchlüftung durch andere, uns bislang unbekannte Einrichtungen vermittelt wird.* Möge die vorliegende Arbeit dazu eine Anregung geben!

Schluss.

Zusammenfassung der Hauptresultate.

1. Neben dem eigentlichen Kork, der für Gase undurchlässig ist, giebt es eine Modification desselben, die ihnen den Durchtritt gestattet. Es ist der mit Intercellularen versehene, aus kleinen, auf Tangentialschnitten rundlich-polygonalen Zellen zusammengesetzte *„Porenkork“*.

2. Der Porenkork übernimmt bei der Mehrzahl der Dicotylen und Gymnospermen im Periderm die Functionen, welche die Spaltöffnungen in der Epidermis haben.

3. Porenkork kommt vor:

a. in Gestalt localisirter Platten im Periderm einiger lenticellenfreien Pflanzen (Taxus baccata, Tecoma radicans).

b. über den Markstrahlen bei anderen lenticellenfreien Pflanzen, so dass die Markstrahl-Intercellularen durch ihn ausmünden (*„Markstrahl-Rindenporen“* bei Vitis, Clematis, Philadelphus coronarius, Lonicera Periclymenum).

c. in den *Lenticellen* als alleiniger oder als wesentlicher Bestandtheil.

---

[1]) Auch über die Durchlüftungsorgane (Lenticellen?) der Monocotylenstämme (Palmen etc.) ist wenig bekannt.

4. Die Lenticellen bestehen entweder aus Porenkork allein, oder aus Schichten von Porenkork wechsellagernd mit unverkorkten, losen Zellen, die anatomisch und physiologisch einem Phelloid entsprechen („*Choriphelloid*“).

5. Verschlussschichten, d. h. lückenlose Korklagen, kommen in den Lenticellen nicht vor; ein winterlicher Verschluss der Lenticellen findet nicht statt; die Durchlässigkeit derselben für Gase ist bei einigen Pflanzen Sommer und Winter gleich, bei andern in Folge wechselnder Ausbildung des Porenkorks im Frühsommer grösser.

6. Die Lenticellen begünstigen zeitlebens die Durchlüftung, auch in ihren jüngeren Stadien.

Auf die Lenticellen der Monocotylen und der Gefässkryptogamen beziehen sich obige Sätze nicht. Diese Organe bedürfen noch einer genaueren Erforschung.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren mit Ausnahme von Fig. 13, 14 u. 18 sind mittelst der Camera lucida nach einem Seibert'schen Mikroskop entworfen. In allen Figuren bedeutet:

vj Verjüngungsschicht.

pk Porenkork (früher: Zwischenstreifen, Verschlussschicht).

cp Choriphelloid (früher: Füllzellen, lose Füllzellen).

Fig. 1. Salix amygdalina. Querschnitt der Lenticelle im Frühjahrstadium (Anfang Mai). Unter dem Porenkork des vorigen Sommers ist eine tief eingesenkte Zone Choriphelloid gebildet. $(^{45}|_{1})$.

Fig. 2. Salix viminalis. Querschnitt der Lenticelle im Sommer- und Herbstzustand (September). Porenkorkschichten zweier Sommer getrennt, dazwischen Reste des Choriphelloids. $(^{45}|_{1})$.

Fig. 3. Rhus typhina. Querschnitt der Lenticelle im Juli. Zwei Porenkorkschichten sind vollkommen erhalten. Zuletzt ist Choriphelloid gebildet. $(^{45}|_{1})$.

Fig. 4. Sorbus aucuparia. Querschnitt der Lenticelle im September. Zwei wohlerhaltene Porenkorkschichten sind getrennt durch eine linsenförmige Gruppe hoher, zu radialen Reihen verbundener Choriphelloidzellen; eine dritte ist gesprengt; unter der jüngsten liegt unmittelbar die Verjüngungsschicht. $(^{45}|_{1})$.

Fig. 5. Solanum Dulcamara. Querschnitt der Lenticelle im December. Es ist jetzt nur ziemlich lockerer Porenkork vorhanden. $(^{90}|_{1})$.

Fig. 6. Myrica Gale. Querschnitt der Lenticelle zu Ende Juni; dieselbe besteht nur aus Porenkork, die dunklere Zone ist die Grenze zwischen dem vorjährigen und diesjährigen Zuwachs. $(^{45}|_{1})$.

Fig. 7. Salix vitellina-purpurea. Porenkork der Len-

ticelle im December, Querschnitt. Eine „Verschlussschicht“ ist nicht vorhanden. $(^{305}|_1)$.

Fig. 8. Myrica Gale. Porenkork der Lenticelle (Sept.), Querschnitt. $(^{305}|_1)$.

Fig. 9. Sophora japonica. Letzte Porenkorkschicht (früher „Verschlussschicht“) der Lenticelle, Querschnitt. Man sieht die mit Luft erfüllten schwarzen Intercellularkanäle (*l*). Verjüngungsschicht (*vj*) nicht ausgeführt. $(^{305}|_1)$. Gummiglycerinpräparat.

Fig. 10. Betula alba. Porenkorkschicht der Lenticelle, von der Fläche gesehen (Tangentialschnitt). Ziemlich weite Intercellularen. $(^{610}|_1)$.

Fig. 11. Gleditschia triacanthos. Wie Fig. 10. Intercellularen enger. $(^{610}|_1)$.

Fig. 12. Gingko biloba. Aus einem Querschnitt der Stammlenticelle im April. Ueber dem Phelloderm (*phd*) die Verjüngungsschicht (*vj*), dann niedrige Porenkorkzellen (*n*), eine Lage, dann hohe (*h*, *h*), viele Lagen, wieder niedrige (*n*), dann hohe und so fort. *n* ist Jahresgrenze. $(^{100}|_1)$.

Fig. 13. Ampelopsis quinquefolia. Durch Mazeration isolirte Füllzellen (Porenkorkzellen). *a* Querschnittsansicht. *b* Tangentialschnittsansicht. Freihandig skizzirt. (ca. $^{300}|_1$).

Fig. 14. Populus nigra. Durch Mazeration isolirte Füllzellen (Porenkorkzellen). *a* mit abgelöster Celluloselamelle. Freihandig skizzirt. (ca. $^{300}|_1$).

Fig. 15. Sophora japonica. Aus einem Querschnitt der Lenticelle im Juli. Choriphelloid mit Zellkernen und Stärkekörnern. Jüngste Porenkorkschicht noch in Bildung begriffen. $(^{200}|_1)$.

Fig. 16. Aesculus Hippocastanum. Aus einem Querschnitt der Lenticelle im September. Nur zwei Lagen Choriphelloidzellen zwischen den beiden letzten Porenkorkschichten. $(^{305}|_1)$.

Fig. 17. Picea excelsa. Das dickwandige Choriphelloid im Querschnitt. *j* junge noch in Entwickelung begriffene und mit Stärke angefüllte Zellen. $(^{200}|_1)$.

Fig. 18. Abies pectinata. Choriphelloid, Querschnitt. Freihandige Skizze. (ca. $^{100}|_1$).

Fig. 19. Clematis Vitalba. Theil eines Querschnitts durch ein Internodium. Man sieht die in dem Markstrahl *M M'* verlaufenden schwarz gezeichneten Intercellularen auch das Periderm *pd* durchsetzen. $(^{45}|_1)$. Gummiglycerinpräparat.

Fig. 20. Philadelphus coronarius. Wie Fig. 19. ($^{200}|_1$).

Fig. 21. Vitis riparia. Tangentialschnitt durch das Periderm. *k* gewöhnliche Korkzellen. *pk* Porenkork, über einem Markstrahl liegend. *AB* Höhenrichtung des Markstrahls. ($^{100}|_1$).

Fig. 22. Tecoma radicans. Tangentialschnitt durch das Periderm. *k* gewöhnliche Korkzellen. *pk* eine dem Periderm eingelagerte Porenkorkplatte. *AB* Längsrichtung. ($^{100}|_1$).

Fig. 23. Tecoma radicans. Ein Theil der Porenkorkplatte, stärker vergrössert. In den Ecken Intercellularräume. ($^{305}|_1$).

Inhalt.

Die Regulierung
des Geschlechtsverhältnisses bei der Vermehrung der Menschen, Tiere und Pflanzen.

Von

Carl Düsing,
Dr. phil.

In einem früheren Bande dieser Zeitschrift[1]) wurde bereits eine vorläufige Mitteilung gegeben von den Ergebnissen, zu welchen mich Untersuchungen über die Entstehung des Geschlechtes geführt haben. Dort war gezeigt worden, dass es vor allem nützliche Eigenschaften sein werden, die hier in Betracht kommen. Diese theoretischen Erörterungen werde ich hier nicht noch einmal wiederholen, sondern sofort zur Anführung der Thatsachen schreiten, auf welche die Theorie sich gründet.

Die Regulierung.

A. Umstände, die nur einen der beiden Erzeuger betreffen.

1. Direkte Ursache: Wirklicher Mangel an Individuen des einen Geschlechtes.

Alle Ursachen, welche das Geschlecht bestimmen, lassen sich einteilen erstens in solche, welche aus den Umständen des einen Erzeugers entspringen, während der andere sich in den entgegengesetzten Verhältnissen befindet, und zweitens in solche, welche auf beide Erzeuger gleichartig wirken.

---

[1]) XVI. Band (N. F. IX. Bd.), III. Heft, 1883, pag. 428.

Die Untersuchung der ersteren muss zunächst vorgenommen werden. Die Besprechung des ersten auf das Geschlecht des Embryo einwirkenden Momentes liefert uns zugleich einen Einblick in die Entstehung dieser Arbeit. Zunächst zeigte sich, dass bei Tieren wie bei Menschen, die männlichen und weiblichen Individuen stets und überall in einem ganz bestimmten Zahlenverhältniss zu einander stehen. Beim Menschen werden stets ungefähr ebenso viel Knaben als Mädchen geboren, nämlich circa 106 Knaben auf 100 Mädchen. Die Knaben sind also anfangs in der Mehrzahl; aber bei ihnen finden sich mehr Totgeburten und auch die Kindersterblichkeit ist bei ihnen grösser. Und zwar wird die Zahl der Knaben durch die beiden letzteren Einwirkungen so stark reduziert, dass die Anzahl der beiden Geschlechter zur Zeit ihrer höchsten Reproductionsthätigkeit etwa die gleiche ist.

Bei Feststellung des Sexualverhältnisses muss unterschieden werden zwischen dem bei der Geburt und dem später herrschenden, wie auch aus folgendem Beispiel hervorgeht.

A. v. Griesheim[1]) stellte das Geschlechtsverhältniss bei Rana fusca in der Umgegend von Bonn fest. Er fand unter 440 jungen Fröschen 160 Männchen (36,3 %), ferner unter 245 Tieren 92 Männchen (37,5 %). Pflüger[2]) erhielt unter 806 künstlich aufgezogenen Fröschchen 288 Männchen (35,7 %). Diese waren direct nach der Metamorphose untersucht. 235 Tiere, die noch einen Monat länger erhalten wurden, lieferten 88 Männchen (37,4 %). Alsdann wurden 228 Fröschchen in der Natur gefangen, die seit zwei Monaten das Wasser verlassen hatten; sie zeigten 35,5 % Männchen. Indessen bleibt dieses Sexualverhältniss nicht bestehen; denn unter 253 zweijährigen Fröschen fanden sich 49,0 % Männchen. Endlich wurden ältere Tiere untersucht, von denen circa ein Drittel drei Jahre alt waren. Von diesen waren unter 281 Tieren 49,4 % und unter 64 derselben 57,8 %, also im Durchschnitt 51 % Männchen. Dasselbe Verhältniss zeigte sich bei erwachsenen Fröschen, die er aus Utrecht bezog; denn unter 297 fanden sich 48,8 % Männchen, während unter einigen Hundert aus

[1]) Über die Zahlenverhältnisse der Geschlechter bei Rana fusca. Pflüger's Archiv 1881, pag. 237.

[2]) Zur Frage über die das Geschlecht bestimmenden Ursachen. l. c. 1881, pag. 254. Hat die Concentration des Samens Einfluss auf das Geschlecht? l. c. 1882, pag. 1. Über die das Geschlecht bestimmenden Ursachen und das Geschlechtsverhältniss der Frösche. l. c. 1882, pag. 13.

Utrechter Froscheiern gezüchteten Jungen nur 12 bis 14 % Männchen waren. Bei den aus Königsberg stammenden Fröschen waren die Männchen sowohl bei den jungen als auch bei den alten Tieren mit circa 48 % vertreten.

Hieraus geht also hervor, dass bei den erwachsenen Fröschen das Sexualverhältniss stets 1 : 1 ist, dass bei den jüngeren jedoch meist die Weibchen überwiegen. Letzteres kann zum Teil dadurch bewirkt werden, dass sich unter den jungen sehr viel Hermaphroditen finden, welche leicht für Weibchen gehalten werden können, wie Pflüger nachgewiesen hat. Umgekehrt wie beim Menschen tritt also hier eine Reduction der Weibchen ein; bei beiden ist jedoch später das Verhältniss ungefähr 1 : 1. Beim Menschen überwiegen anfangs die männlichen, bei den Fröschen die weiblichen Individuen; stets ist jedoch das Zahlenverhältniss ein bestimmtes stets wiederkehrendes.

In Bezug auf die Geburten der Pferde hat Goehlert[1]) eine umfangreiche Zusammenstellung gegeben. Ich teile dieselbe hier mit:

	♂	♀	Zahl der ♂ auf 100 ♀
In dem Gestüt zu Chivasso in Piemont (nach Hofacker: Pferdezucht) .	905	1 016	89,1
In dem Gestüt zu Marbach in Würtemberg (nach Hofacker) . . .	145	158	91,8
In östr. Privatgestüten (nach Goehlert)	855	930	91,93
In östr. Hof- und Militärgestüten (nach amtl. Daten)	9 978	10 664	92,79
In östr. Landgestüten (nach amtl. Daten)	14 564	15 419	94,4
In dem Gestüte zu Pin in der Normandie (nach Baumeister) . .	?	?	96,8
In preuss. Landgestüten (nach amtl. Daten)	26 088	26 679	97,78
In engl. Gestüten (nach Baumeister)	1 460	1 465	99,6
„ „ „ (nach Darwin) . .	12 763	12 797	99,7
		Mittelwert	96,57

Man sieht, wie diese Zahlen mit geringen Abweichungen um den Mittelwert schwanken, dass also das Sexualverhältniss kein beliebiges, zufälliges, sondern ein ganz bestimmtes ist.

[1]) Zeitschrift für Ethnologie 1882.

Auch von mir wurde eine statistische Untersuchung über die Geburten von Pferden angestellt, über welche später Genaueres mitgeteilt wird. Während alle obigen Zahlen zusammen nur etwa 130 000 Geburten betreffen, umfasst diese über mehr als 700 000 Geburten. Dieselben sind entnommen den Abfohlungstabellen der preussischen Gestüte, wie sie von den Landwirtschaftlichen Jahrbüchern veröffentlicht werden. Im Ganzen wurden 350 682 männliche und 357 728 weibliche Fohlen geboren, was einem Sexualverhältniss von 98,03 zu 100 entspricht. Es geht hieraus hervor, dass bei Pferden etwas mehr weibliche Tiere geboren werden, dass aber das Sexualverhältniss um ein bestimmtes Mittel schwankt.

Auch bei den übrigen Haustieren finden sich die beiden Geschlechter bei der Geburt in annähernd gleicher Zahl, wie die Züchter angeben [1]).

Nasse [2]) fand bei 1156 Paarungen von Schafen unter den Lämmern 50,07 % Männchen.

Ein solches gleiches Verhältniss der beiden Geschlechter scheint sich indessen durchaus nicht bei allen Tieren zu finden. Bei vielen Schmetterlingen herrscht ein grosser Überschuss an Männchen. Diesen Thatbestand fand Wallace auf den Sundainseln, ebenso Bates am Amazonas. C. und R. Felder fanden unter einer sehr grossen Zahl von Papilio Agesilaus, Protesilaus, Telesilaus nie ein Weibchen. Ebenso selten sind die Weibchen bei verschiedenen Morpho-Arten, z. B. Morpho Menelaus und Adonis. Fritz Müller, dem ich diese Angaben verdanke, teilt mir mit, dass er von Papilio Telesilaus, während eines Sommers nicht mehr als zwei Weibchen gefangen hat, trotzdem das Tier sehr häufig war. Bei andern jedoch (Leptalis Melia) finden sich die Männchen sehr in der Minderzahl. Namentlich ist dies bei solchen der Fall, bei denen Parthenogenesis stattfindet (Psyche etc.). Indessen fragt es sich, ob das gefundene Sexualverhältniss auch dem wirklichen entspricht. Der Einfluss der Örtlichkeit, in der man die Tiere sucht, ist ein sehr grosser. Ferner wäre es interessant, festzustellen, ob das ursprüngliche Verhältniss dasselbe oder ein anderes ist als später.

---

[1]) Settegast, Tierzucht, pag. 72.

[2]) Archiv für wissenschaftliche Heilkunde IV, pag. 166. Nasse: Über den Einfluss des Alters der Eltern auf das Geschlecht der Früchte bei Schafen und Rindvieh. Citirt v. Ploss: Schmidt's Jahrbücher 102 pag. 286.

Es ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Eier, Raupen oder Schmetterlinge des einen Geschlechtes einer grösseren Sterblichkeit ausgesetzt sind als die des andern. Das aber scheint aus diesen Angaben hervorzugehen, dass auch bei diesen Tieren das Sexualverhältniss ein ganz bestimmtes unter denselben Umständen stets wiederkehrendes ist. Die Schwankungen um dieses Mittel sind bei höheren Tieren gering, bei niederen aber ganz bedeutend je nach den Umständen, welche hier von Einfluss sind. Das ausschliessliche Überwiegen des einen Geschlechtes zeigt sich meist nur temporär. Es ist möglich, dass dies auch bei den oben angeführten Tieren der Fall ist.

Ferner überwiegt die Zahl der Weibchen zur Zeit der Reproduction bei allen polygamen Tieren. Aber auch bei diesen ist das Sexualverhältniss bei der Geburt ein anderes wie später. Das scheint jedenfalls sicher zu sein, dass es zur Zeit der Reproduction wie bei der Geburt ein ganz bestimmtes stets wiederkehrendes ist. Dies geht auch hervor aus der umfassenden Zusammenstellung Darwins[1]) von Angaben über das Zahlenverhältniss der Geschlechter bei polygamen und andern Tieren.

Es ist nun nicht etwa ein Zufall, dass das eine Tier dieses, das andere aber ein anderes Sexualverhältniss zeigt, sondern es besteht ein Zusammenhang zwischen der Grösse desselben und den Lebensverhältnissen dieses Tieres. Bei einer Tiergruppe lässt sich dies jetzt schon nachweisen, nämlich bei den polygamen Tieren, wie folgende Erörterung zeigen soll.

Zwischen den weiblichen und männlichen Erzeugern besteht infolge eingetretener Arbeitsteilung in so fern ein Unterschied in der Thätigkeit bei der Fortpflanzung, als das Weibchen den Stoff zum Aufbau des Embryo liefert, während das Männchen die Aufgabe hat, das Weibchen zu befruchten. Später wird dieser Satz durch eine grosse Zahl von Thatsachen gestützt und näher erläutert werden. Dem Weibchen ist also die schwierigere Aufgabe zugefallen und daraus folgt, dass die Stärke der Vermehrung besonders von der Zahl der Weibchen abhängig ist.

Noch ein Satz muss hier als bereits durch Thatsachen erhärtet angesehen werden, trotzdem derselbe erst im zweiten Teil der Arbeit ausführlich dargelegt werden kann. Es ist der, dass die Stärke der Vermehrung der Tiere abhängig ist von der Stärke der Sterblichkeit derselben. Ein Tier, welches von vielen Feinden

[1]) Geschlechtliche Zuchtwahl pag. 281.

verfolgt wird, muss viel Junge produzieren, da es ja sonst längst ausgestorben wäre.

Zu solchen Tieren gehören viele Pflanzenfresser. Sie bilden die Nahrung für eine ganze Reihe von Raubtieren. Sie müssen sich daher auch stark vermehren. Die Reproductionsstärke ist aber vor allem von der Zahl der Weibchen abhängig und daher kann eine starke Vermehrung besonders mit Hülfe einer grossen Zahl von Weibchen erreicht werden. Darum herrscht bei diesen Tieren Polygamie. Unter den Säugetieren sind dies meist Wiederkäuer, hirschartige, rindartige Tiere, Schafe, Pferde, Antilopen und so fort. Die vegetabilische Kost ist leicht zu erlangen, die Tiere verbrauchen also wenig Stoff für Muskelarbeit, es bleibt ihnen also desto mehr für die Zeugung von Nachkommen. Aus der von Leuckart[1]) gegebenen Tabelle „geht auf das überzeugendste hervor, dass die Pflanzenfresser im Ganzen eine ungleich grössere Menge von Material für die Reproduction erübrigen als die andern Tiere".

Darwin[2]) bemerkt, dass eintretende Domestication zur Polygamie verleiten kann. Die Haustiere haben nämlich einen Feind, dem sie in ausserordentlicher Zahl zum Opfer fallen, und dies ist der Mensch. Die Hühner legen z. B. eine grosse Menge Eier und doch bleibt die Zahl der Hühner ungefähr dieselbe, weil der Mensch die Eier stets wieder fortnimmt. Der Sterblichkeitsgrad der Hühner — denn die Eier müssen selbstverständlich mitgerechnet werden — ist also ein ausserordentlich grosser. Ferner wird bei diesen Tieren eine so starke Vermehrung auch möglich gemacht, da es ihnen an Nahrung nicht fehlt. Verstärkt wird sie mit Hülfe der grossen Zahl von Weibchen. Daher bemerken wir, dass bei der Domestizierung sich häufig Polygamie ausbildet oder dass sie verstärkt wird. Die wilde Ente z. B. ist streng monogam, die zahme aber stark polygam. Perlhuhn, Canarienvogel und andere leben eigentlich in strenger Monogamie, sie kommen aber am besten fort, wenn man auf einen Hahn mehrere Hennen hält. In der Wildheit trifft man auf einen Eber 10 bis 12 Säue, beim zahmen Schwein aber 20 bis 30. Ein Fasan in der Freiheit hat 3 bis 4 Hennen, der domestizierte aber bei guter Fütterung sogar bis 60.

---

[1]) Wagners Handwörterbuch d. Phys. IV, pag. 716 u. 722.

[2]) Geschlechtliche Zuchtwahl, p. 288. Die Beispiele sind hier entlehnt.

Wir haben also gesehen, dass das Vorkommen von Polygamie in Beziehung steht mit der Vermehrungsstärke der Tiere, während diese wieder abhängig ist von der Zahl der Feinde und andern Umständen. Die Polygamie ist also als eine Anpassung an bestimmte Lebensverhältnisse aufzufassen. Und so verhält es sich wohl auch mit allen übrigen Sexualverhältnissen, deren Grösse sich auf diese Weise erklären lässt. Doch kehren wir zurück zur Feststellung dieses Zahlenwertes.

Selbst für eine diöcische Pflanze ist die Constanz eines bestimmten Geschlechtsverhältnisses nachgewiesen worden. Heyer (Dissertation, Halle 1883) fand unter 21 000 Individuen von Bingelkraut (Mercurialis annua) 10 201 weibliche und 10 799 männliche, d. h. 100: 105,86. Und zwar hatte er mit grosser Ausdauer stets je tausend Stück gezählt und immer das Verhältniss zwischen 100 : 95 und 100 : 122 schwankend gefunden, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, die erst später mitgeteilt werden kann.

Es ist also Thatsache, dass die Geschlechter zur Zeit der Reproduction in einem ganz bestimmten numerischen Verhältniss zu einander stehen und dass sie auch in einem ähnlichen durch die Sterblichkeit in der Jugend etwas modifizierten Zahlenverhältniss geboren werden. Spencer[1]) wies schon darauf hin, dass dies Verhältniss das der Fortpflanzung vorteilhafteste sein wird, da alle übrigen Varietäten im Kampf ums Dasein benachteiligt sein werden. Es lässt sich vermuten, dass die Grösse des Sexualververhältnisses bei allen Organismen in Beziehung steht zu den Lebensverhältnissen derselben; weitere Untersuchungen hierüber würden von dem grössten Interesse sein. Hier kam es indessen nur darauf an zu zeigen, dass dies Verhältniss ein bestimmtes unter denselben Umständen stets wiederkehrendes ist.

Zur Feststellung dieses Sexualverhältnisses gelangt man indessen nur bei einer grösseren Zahl von Tieren. Bei einer kleineren Zahl zeigt das Verhältniss die grössten Schwankungen. Es ist allgemein bekannt, dass einzelne Eltern fast nur Knaben, andere nur Mädchen zu Kindern haben. Trotz dieser starken Abweichungen im Einzelnen bleibt das mittlere Sexualverhältniss ungeändert. Es drängt sich uns die Frage auf, wie dieses wohl erreicht wird. Wie ist es denkbar, dass solche Abweichungen nicht überhand nehmen? Auf welche Weise werden diese Schwankungen wieder korrigiert, wie reguliert sich also das Sexualverhältniss? Die

---

[1]) Principien der Biologie, übers. v. Vetter, pag. 257.

Antwort kann nur dahin lauten, dass diese Abweichungen von der Norm sich selbst korrigieren, dass ein Überschuss des einen Geschlechtes eine Mehrgeburt des andern bewirkt. Nur auf diese Weise ist es denkbar, wie ein solches bestimmtes Geschlechtsverhältniss konstant erhalten werden kann.

Es liegt also die Vermutung sehr nahe, dass alle Tiere die für ihre Reproduction sehr nützliche Eigenschaft haben werden, bei einem Mangel an Individuen des einen Geschlechtes mehr Junge von eben diesem Geschlecht zu produzieren.

Um die natürliche Züchtung einer solchen nützlichen Eigenschaft zu veranschaulichen, denken wir uns eine Anzahl Tiere derselben Art. Tritt jetzt z. B. Mangel an Weibchen ein, so haben wir folgende Verhältnisse:

Sämmtliche Männchen haben zusammen ebenso viel (nämlich dieselben) Nachkommen als sämmtliche Weibchen; da letztere nun in der Minderzahl sind, so stammt von jedem derselben durchschnittlich eine grössere Zahl von Nachkommen ab, als dies bei den Männchen der Fall ist. Es seien z. B. x Weibchen und n.x Männchen vorhanden und es würden z Nachkommen produziert, so stammen durchschnittlich von jedem Weibchen $\frac{z}{x}$ Junge, von jedem Männchen aber nur $\frac{z}{n.x}$ Junge ab. Wenn nun jetzt ein Weibchen mehr weibliche Nachkommen produziert, so werden diese eine bedeutendere Zahl von Jungen hervorbringen können, als wenn dasselbe gleich viel männliche und weibliche geboren hätte, weil ja z. B. unter obigen Zahlenverhältnissen jedes Weibchen n mal so viel Individuen produziert als jedes Männchen. Wirft z. B. ein Weibchen A männliche und a weibliche, ein anderes aber umgekehrt A weibliche und a männliche Junge, so beziffert sich die Nachkommenschaft an Enkeln des ersten Weibchens auf $A \frac{z}{n.x} + a \frac{z}{x}$ und die des zweiten Weibchens auf $a \frac{z}{n.x} + A \frac{z}{x}$ Individuen, unter der Voraussetzung, dass jedes Junge die seinem Geschlecht entsprechende Durchschnittszahl an Nachkommen produziert. In jedem einzelnen Fall sind diese zwar den stärksten Schwankungen ausgesetzt. Wenn man aber an einem Beispiel den Gesammteffect veranschaulichen und berechnen will, so muss man natürlich für dieses die Durchschnittszahl wählen. — Wenn

nun $A > a$, so dass $A = b . a$ ist, so beträgt die zuerst erwähnte zweite Generation nur $\frac{a z}{x}\left(\frac{b}{n} + 1\right)$ Individuen, die zuletzt genannte aber $\frac{a z}{x}\left(\frac{1}{n} + b\right)$, d. h. diese ist numerisch $\frac{1 + b . n}{b + n}$ mal so stark als erstere. Indem man nun für n und b bestimmte Werte einsetzt, kann man sich mit Hülfe dieser allgemeinen Formel jeden speziellen Fall veranschaulichen.

Für das normale Verhältniss $n = 1$, also bei gleicher Anzahl von Männchen und Weibchen zur Reproductionszeit, wird $\frac{1 + b n}{b + n} = 1$ für jeden Wert von b, d. h. welches das Sexualverhältniss der Nachkommenschaft eines Weibchens auch sein mag, sie wird stets dieselbe Anzahl Individuen zweiter Generation liefern.

Ganz anders gestaltet sich dies jedoch bei einem abnormen numerischen Verhältniss der beiden Geschlechter. Angenommen z. B. es seien zweimal so viel Männchen als Weibchen vorhanden, so würde das Verhältniss der Enkel $\frac{1 + 2 b}{b + 2}$ sein. Produziert nun bei diesem Mangel an Weibchen eins derselben z. B. 3mal so viel weibliche als männliche Junge, während ein anderes das umgekehrte Verhältniss zeigt, so wird ersteres $\frac{7}{5}$ mal so viel Enkel haben als letzteres; denn für $b = 3$ wird $\frac{1 + 2 b}{b + 2} = \frac{7}{5}$.

Umgekehrt lässt sich für den Fall eines Mangels an Männchen (wenn n ein echter Bruch ist) zeigen, dass eine relativ stärkere Production von männlichen Jungen (bei gleicher absoluter Reproductionsstärke (auch eine absolut grössere Vermehrung in der zweiten Generation zur Folge hat.

Einen Einwurf nur ist es noch nötig zurückzuweisen. Es kann darauf hingewiesen werden, dass bei einem normalen Sexualverhältniss z. B. unter den Menschen ein männliches Individuum einige hundert Nachkommen erzeugen *kann*, ein weibliches aber nur sehr wenige. Es wäre also meine Behauptung unrichtig, nach welcher bei normalem Sexualverhältniss jedes männliche und weibliche Individuum durchschnittlich gleichviel Nachkommen produziert. Allerdings ist die *Möglichkeit* vorhanden, dass unter einer bestimmten Anzahl von Individuen mit normalem Sexualverhältniss ein männliches derselben bedeutend mehr Nachkommen produziere als ein weibliches. Die Verwirklichung dieser Möglichkeit ist aber eine in diesem Falle allerdings starke Abweichung

von dem Durchschnitt; die übrigen männlichen Individuen werden daher desto weniger Nachkommen erzeugen. Während also das weibliche Geschlecht eine weit grössere Constanz in der Stärke der Reproduction zeigt, können bei den männlichen Individuen die grössten Schwankungen vorkommen. Es handelt sich aber bei der Berechnung nicht darum, wie weit die Extreme auseinanderfallen können, sondern darum, welches die Durchschnittszahl der Nachkommen ist; und diese hat unter normalen Geschlechtsverhältnissen für männliche und weibliche Individuen dieselbe Grösse.

Doch kehren wir zu unserer eigentlichen Aufgabe zurück. Es war bewiesen worden, dass bei einem abnormen Sexualverhältniss ein Tier, welches mehr von den Individuen produziert, an denen es gerade mangelt, überhaupt mehr Nachkommen haben wird, als ein anderes, das sich nicht so verhält. Diese für die Reproduction günstige Eigenschaft wird sich also auf sehr viele vererben und nach und nach sich immer mehr ausbreiten, d. h. es findet eine natürliche Züchtung derselben statt.

Nachdem so die Möglickkeit der Erwerbung dieser Eigenschaft auseinander gesetzt wurde und wohl jeder Zweifel daran beseitigt sein wird, ist die Vermutung gerechtfertigt, dass eine solche nützliche Eigenschaft auch wirklich existirt. Der Beweis hierfür ist durch Thatsachen zu liefern.

Man könnte mir vorhalten, ich sei nur durch Spekulation also auf rein deductivem Wege zu meiner Theorie gelangt. Dem ist aber nicht so. Eine grosse Zahl von Thatsachen hat mich vielmehr dazu gedrängt eine Regulierung des Sexualverhältnisses zu vermuten; denn diese Thatsachen zeigten mir eine unleugbare Regulierung. Also ein rein inductiver Weg führte zu dieser Vermutung. Dann aber bin ich selbstverständlich deductiv vorgegangen und habe immer nach neuen Anwendungen gesucht und immer neue Bestätigungen gefunden.

Es wird besser sein diese Thatsachen nicht in der Reihenfolge, wie sie mich zu der Idee einer Regulierung gebracht und wie sie diese immer mehr bestätigt haben, sondern systematisch geordnet anzuführen, so dass jeder einzelne Punkt leicht übersehen und angegriffen werden kann.

Eine grosse Zahl von Thatsachen spricht für die Theorie. Nur einzelne scheinen damit nicht im Einklang zu stehen. Man ist berechtigt zu vermuten, dass diese auf schlechte Beobachtung beruhen; denn sie werden durch bessere, umfassendere als nicht

zutreffend erwiesen. Bei den meisten wird sich die Unzulänglichkeit sogar direct nachweisen lassen.

Indessen habe ich auch diese ohne Ausnahme wiedergegeben, so dass man sich ein vollständiges Bild aller bis jetzt über diesen Gegenstand bekannten Thatsachen machen kann.

a. Verzögerte Befruchtung des Individuums.

Schreiten wir nun zu den Anwendungen und Beweisen der durch die obige Überlegung veranlassten Vermutung, dass alle Tiere die Eigenschaft haben bei Mangel an Individuen des einen Geschlechtes mehr derselben zu produzieren, so bieten sich im täglichen Leben der Menschen Erscheinungen, welche zeigen, dass bei einem Mangel an männlichen Individuen mehr Knaben geboren werden als unter normalen Verhältnissen.

In folge socialer Einrichtungen giebt es Frauen, welche erst relativ spät zum ersten Mal gebären, die also lange auf die erste Conception haben warten müssen, sich demnach in einem Zustand befinden, der bei Tieren einem grossen Mangel an Männchen entsprechen würde. Solche ältere Erstgebärende zeigen daher einen grossen Knabenüberschuss, der das Durchschnittsmass bedeutend überschreitet. Wenn daher diese Verzögerung der Befruchtung nicht die Folge socialer Einrichtungen sondern die eines wirklichen Mangels an männlichen Individuen wäre so würde auf diese Weise eine Regulierung des gestörten Sexualverhältnisses stattfinden.

Ahlfeld[1]) scheint zuerst auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht zu haben. Er fand unter 102 Kindern von über 32 Jahre alten Erstgebärenden das Sexualverhältniss 137:100. Dieses wurde alsdann bestätigt von Hecker[2]), der unter 432 Früchten über 30 Jahre alter Erstgebärenden das Verhältniss 133:100 fand. Bei ebenso alten fand Winckell 136,8 Knaben auf 100 Mädchen. Ahlfeld und Schramm[3]) lieferten alsdann umfassendere Beweise. Nach letzterem fand sich unter 1038 Kindern von über 28 Jahre alten Erstgebärenden das Verhältniss 124:100. Ferner

---

[1]) Archiv f. Gynaekologie B. IV, p. 519. Ahlfeld: Die Geburten älterer Erstgeschwängerter.

[2]) l. c. B. VII, C. v. Hecker: Über die Geburten älterer Erstgebärenden p. 458.

[3]) l. c. B. IX, p. 448. Ahlfeld: Über den Knabenüberschuss älterer Erstgebärenden.

lieferte er diese Tabelle, aus der wir das Wachstum des Knabenüberschusses mit dem Alter der Erstgebärenden klar ersehen kön-

Alter der Erstgebärenden	Zahl der Geburten	♂	♀	♂ | ♀
28 Jahre	273	143	130	110
29 „	172	93	79	118
30 „	164	88	76	115,8
31 „	103	60	43	139,5
32 „	80	42	38	110,5
33 „	66	37	29	127,6
34 „	58	35	23	152
35 „	40	29	11	265,4
36 „	29	19	10	190
37 „	70	38	32	119

nen. Je länger also die Betreffende auf die Befruchtung hatte warten müssen, je mehr sie den Mangel an männlichen Individuen empfunden hatte, desto tiefer wird auch die Einwirkung auf die Geschlechtsthätigkeit sein, desto mehr Knaben werden später geboren.

Endlich hat E. Bidder[1]) eine grössere Zahlenreihe geliefert, welche in folgender Tabelle wiedergegeben ist. Auch hier zeigt sich der grosse Knabenüberschuss bei verzögerter Befruchtung, der mit der Länge der Verzögerung wächst.

Alter der Erstgebärenden	Zahl der Geburten	♂	♀	♂ | ♀
14. 15.	2	2	—	} 136,2
16. 17.	135	77	58	
18. 19.	750	389	361	107,7
20. 21.	991	495	496	99,8
22. 23.	971	516	455	113,4
24. 25.	675	363	312	116,6
26. 27.	341	189	152	124,3
28. 29.	205	111	94	118,0
30. 31.	186	97	89	109,0
32. 33.	73	40	33	121,2
34. 35.	52	31	21	147,6
36. 37.	36	20	16	125,0
38—50.	24	12	12	100
30—50.	371	200	171	117,0
Summa	4441	2342	2099	111,6

[1]) Zeitschrift f. Geburtshülfe u. Gynaekologie, Bd. II, Heft 2,

Auch ich stellte nach den Protokollen verschiedener Gebärhäuser eine Tabelle auf. Die Zahlen aus Leipzig umfassen die Erstgeburten im dortigen Trierschen Institut von 1870—1882, die aus Dresden solche von 1878—1882 und die aus Jena solche von 1861—1881. Ich ergreife diese Gelegenheit, um den Herren Professoren Credé in Leipzig, Winckell in Dresden, B. Schultze und Küstner in Jena meinen Dank auszusprechen für die Bereitwilligkeit, mit der sie mir die Durchsicht der Journale ihrer Anstalten gestatteten.

Wie man bei der Ansicht der Tabelle sieht, bestätigt sie die Regel, dass ältere Erstgebärende mehr Knaben gebären, dass

Alter der Erstgebärenden	Leipzig	Dresden	Jena	Summa	
15	1 : —	1 : 2	1 : —	3 : 2	
16	4 : 4	6 : 10	2 : 2	12 : 16	549 : 494 =
17	23 : 13	20 : 15	9 : 7	52 : 35	111,1
18	67 : 55	103 : 100	17 : 13	187 : 168	
19	110 : 103	152 : 141	33 : 29	295 : 273	
20	148 : 147	187 : 185	32 : 45	367 : 377	807 : 781 =
21	157 : 146	241 : 201	42 : 57	440 : 404	103,3
22	120 : 133	191 : 207	48 : 53	359 : 393	903 : 962 =
23	106 : 108	168 : 149	51 : 51	325 : 308	93,9
24	71 : 105	111 : 118	37 : 38	219 : 261	
25	79 : 57	73 : 72	35 : 27	187 : 156	
26	45 : 35	60 : 43	20 : 20	125 : 98	531 : 469 =
27	31 : 35	52 : 55	10 : 12	93 : 102	113,2
28	32 : 23	26 : 33	19 : 16	77 : 72	
29	19 : 10	26 : 18	4 : 13	49 : 41	
30	9 : 15	30 : 13	9 : 6	48 : 34	
31	3 : 8	15 : 11	3 : 3	21 : 22	
32	5 : 6	12 : 9	7 : 3	24 : 18	
33	2 : 2	5 : 5	5 : 2	12 : 9	
34	4 : —	8 : 5	2 : —	14 : 5	
35	2 : —	9 : 3	2 : 1	13 : 4	156 : 104 =
36	1 : —	3 : 3	1 : 1	5 : 4	150,0
37	4 : 1	4 : 3	1 : —	9 : 4	
38	—	— : 1	1 : —	1 : 1	
39	—	4 : —	1 : —	5 : —	
40	1 : 1	2 : 1	1 : —	4 : 2	
41 etc.	—	— : 1	— : —	— : 1	

Summa: 5756 Geburten nämlich 2946 : 2810 = 104,84.

Stuttgart E. Bidder: Über den Einfluss des Alters der Mutter auf das Geschlecht des Kindes pag. 358.

ferner der Knabenüberschuss mit dem Alter steigt. Bemerkenswert ist, dass auch im Anfang sich eine nicht unerhebliche Mehrgeburt von Knaben zeigt, eine Erscheinung, welche auch die Tabelle von Bidder aufweisst. Ich werde hierauf später zurückkommen.

Jedoch scheint es viel weniger auf das Lebensalter der Erstgebärenden anzukommen als vielmehr auf die Zeit, welche seit dem Beginne der Geschlechtsreife, seit der ersten Menstruation vergangen ist. Hiernach wird auch der geschlechtliche Zustand bei der Conception beurteilen lassen; denn diese Zeit giebt uns ein directes Mass dafür, wie lange die Betreffende trotz der Conceptionsfähigkeit noch nicht befruchtet worden war.

Die in Bezug auf das Alter bereits mitgeteilten Geburten waren so in Rubriken geordnet worden, dass sich die seit der ersten Menstruation vergangene Zeit daraus ersehen liess. In nebenstehender Tabelle sind nun die Geburten nach der Länge dieser Zeit geordnet [1].

Man sieht sofort, dass je länger die Betreffende auf die erste Conception hatte warten müssen, desto mehr Knaben geboren

Wartezeit in Jahren	Leipzig	Dresden	Jena	Summa	
0	3 : 3	2 : 2	— : 3	5 : 8	557 : 455 = 122,4 (0–3)
1	30 : 11	31 : 27	8 : 10	69 : 48	
2	58 : 53	66 : 64	28 : 11	152 : 128	
3	120 : 91	183 : 140	28 : 40	331 : 271	
4	147 : 159	189 : 188	53 : 47	389 : 394	797 : 856 = 93,1 (4–5)
5	144 : 163	218 : 237	46 : 62	408 : 462	
6	132 : 159	192 : 202	63 : 65	387 : 426	723 : 742 = 97,4 (6–7)
7	129 : 98	162 : 168	45 : 50	336 : 316	
8	69 : 76	138 : 116	30 : 26	237 : 218	528 : 488 = 108,2 (8–10)
9	68 : 58	102 : 61	18 : 27	188 : 146	
10	34 : 45	50 : 57	19 : 22	103 : 124	
11	36 : 36	47 : 36	20 : 12	103 : 84	330 : 263 = 125,5 (11–15 etc.)
12	22 : 12	37 : 36	5 : 6	64 : 54	
13	16 : 13	16 : 21	7 : 10	39 : 44	
14	7 : 9	20 : 14	5 : 1	32 : 24	
15 etc.	21 : 16	53 : 34	18 : 7	92 : 57	

Summa: 5739 Geburten nämlich 2935 : 2804 = 104,6.

[1]) Es ist nicht genau dieselbe Zahl, weil die Angaben in den Protokollen zuweilen fehlen.

werden. Nur bei Beginn der Geschlechtsreife zeigt sich ein Knabenüberschuss, den ich später besprechen werde.

Aber auch auf Mehrgebärende kann sich der Einfluss eines Mangels an männlichen Individuen geltend machen. Es vergeht dann eine längere Zeit von der einen Geburt bis zur folgenden. In dieser Hinsicht habe ich die Geburten Mehrgebärender geordnet. Das Material stammt aus den bereits genannten Quellen. Eheliche Geburten sind hierunter nur in verschwindend geringer Anzahl vorhanden. Aus der Tabelle ersieht man, dass je länger die Pause von der einen Geburt bis zur folgenden war, je länger die Betreffende also auf die Conception hatte warten müssen, desto grösser alsdann der Knabenüberschuss ist. Vom vierten Jahre an macht sich dieser Einfluss geltend.

Pause in Jahren	Leipzig	Dresden	Jena	Summa	
1	162 : 158	194 : 178	58 : 45	414 : 381 = 108,6	
2	366 : 307	374 : 361	168 : 145	908 : 813 = 111,6	
3	198 : 196	207 : 194	116 : 94	521 : 484 = 107,7	
4	127 : 109	132 : 106	59 : 45	318 : 260	470 : 406 = 115,7
5	59 : 54	55 : 54	38 : 38	152 : 146	
6 u. 7	61 : 62	52 : 49	49 : 24	162 : 135	278 : 228 = 121,9
8, 9 u. 10	18 : 16	41 : 23	16 : 24	75 : 63	
11 etc.	25 : 15	12 : 9	4 : 6	41 : 30	

Summa: 4903 Geburten nämlich 2591 : 2312 = 112,06.

Nach diesen thatsächlichen Belegen glaube ich wohl mit Sicherheit den Satz aussprechen zu dürfen:

Verzögerte Befruchtung der Frauen bewirkt eine Mehrgeburt von Knaben.

Angezweifelt hat dies Phaenomen noch Niemand.

Welches nun aber die physikalischen oder chemischen Veränderungen sind, welche das Ei einer älteren Erstgebärenden erlitten hat, ist vorläufig noch unmöglich zu erforschen.

Man könnte z. B. an einen Einfluss des Nervensystems auf die Ovulation denken. Sicher ist jedenfalls, dass die Eigenschaften des Eies, die einem Mangel an männlichen Individuen entsprechen, auch die Tendenz zum männlichen Geschlecht bewirken. Schon auf diese Weise kann eine Regulierung des Sexualverhältnisses herbeigeführt werden. Jedoch sind es noch mehr Factoren, welche hier zusammen wirken.

Indessen nicht nur die Geburten älterer Erstgebärender,

sondern die Erstgeburten überhaupt zeigen einen relativ grossen Knabenüberschuss. Der weibliche Theil war bis dahin meist noch nicht beansprucht worden, bei dem männlichen jedoch ist dies unwahrscheinlicher. Der Zustand des ersteren entspricht also mehr oder weniger einem Mangel an männlichen Individuen. Und in der That scheint die erste Frucht relativ mehr zum männlichen Geschlecht zu tendieren. So fand Buek[1]) in 100 Familien 65 männliche und 35 weibliche Erstgeburten. Das Entgegengesetzte behauptet Horn[2]) für Belgien, oder besser er vermutet es, da er keine Zahlen anführt. Boulenger[3]) constatierte auf Grund von 6812 Fällen ein Übergewicht des männlichen Geschlechtes. Ich selbst fand indessen, wie aus den mitgeteilten Tabellen ersichtlich ist, nicht bei Erstgebärenden sondern bei Mehrgebärenden einen grösseren Knabenüberschuss. Dies ist vielleicht darauf zurückzuführen, dass unter diesen Geburten sich fast nur uneheliche Kinder befinden. Eine Enthaltsamkeit kann bei solchen unehelichen Erstgebärenden nicht angenommen werden. Dagegen haben Goehlert und Bertillon[4]) nachgewiesen, dass der Knabenüberschuss der im Anfang einer Ehe geborenen Kinder ein grösserer ist als für die späteren. Es wird dieser Unterschied wohl besonders durch die Erstgeburten herbeigeführt. Jedenfalls ist derselbe bei Erstgeburten gegenüber dem normalen ein weit geringerer als der bei älteren Erstgebärenden. Bei letzteren hatte ja auch die Verzögerung der Befruchtung weit länger gedauert.

Wie gesagt, wird die Beanspruchung bei unehelich Gebärenden früher eintreten und häufiger stattfinden. Wir bemerken daher bei unehelichen Geburten einen geringeren Knabenüberschuss. Dieser Satz ist bereits lange bekannt. Neefe[5]) fand ihn in vielen Staaten bestätigt, nur in einzelnen deutschen Kleinstaaten nicht, was sich vielleicht auf die Kleinheit der Zahlen zurückführen lässt. Babbage[6]) kommt bei einer Vergleichung von

---

[1]) Burdach, Physiologie, B. II, pag. 278.

[2]) Statistische Studien aus Belgien, B. I, pag. 320.

[3]) Wappäus, Bevölkerungsstatistik, B. II, pag. 198.

[4]) Zeitschrift für Ethnologie XIII. Jahrg., 1881, Heft III.

[5]) Hildebrands Jahrb. f. Nat. u. Stat. XXIV, pag. 186.

[6]) The Edinburgh Journal of Science 1829, Vol. I. N. S., pag. 85: On the proportionate number of Births of the two sexes under different circumstances.

einer Million unehelicher Geburten mit vierzehn Millionen ehelicher zu eben demselben Resultat. Horn[1]) fand diese Erscheinung auch in Belgien. Derselbe führt dann noch weiter aus, dass die Differenz besonders stark auf dem Lande sein muss, da die unehelichen Kinder dort nur Früchte der Liebe seien. In den Städten findet dagegen häufig illegitimes Zusammenleben statt, das mehr einen ehelichen Character trägt. Er stützt diese Ansicht durch Zahlen. Der Satz, dass die unehelichen Geburten einen geringeren Knabenüberschuss zeigen, ist seitdem nicht angefochten worden. Wie wir später sehen werden, lässt sich für diese Erscheinung noch ein anderer Grund anführen. Es scheinen hier zwei Momente zusammenzuwirken.

In der menschlichen Gesellschaft kann auch ein factischer Mangel an Individuen des männlichen Geschlechts dadurch eintreten, dass viele derselben abwesend sind, nämlich im Fall eines Krieges. Die Wirkung, welche dieser Mangel auf das Genitalsystem ausübt, geht dahin, das folgende Kind zum männlichen Geschlecht zu bestimmen. In der That bemerken wir nach Beendigung jedes Krieges ein starkes Überwiegen von Knabengeburten. Nach den Napoleonischen Kriegen trat diese Erscheinung sogar so stark auf, dass man einen baldigen Mangel an weiblichen Individuen fürchtete. Es ist dies schon sehr lange bekannt, hat sich nach jedem Kriege gezeigt und ist niemals bezweifelt worden.

Die Vermutung also, dass die Menschen bei einem Mangel an männlichen Individuen mehr Knaben produzieren, haben wir durch die Thatsachen bestätigt gefunden und zwar wurde dies nachgewiesen für Frauen, welche sich in einem Zustand befinden, der einem Mangel an männlichen Individuen entspricht, sei dieser Mangel nun wirklich oder nur scheinbar.

Wenden wir uns jedoch zur folgenden Anwendung des allgemeinen Satzes, um mehr Beweise entgegenzunehmen.

b. Geschlechtliche Beanspruchung.

Untersuchen wir etwas näher, wodurch sich ein Mangel an Individuen des einen Geschlechtes z. B. an Weibchen bemerklich macht, so erhalten wir die unzweifelhafte Antwort, dass diese wenigen Weibchen von den vielen Männchen stärker geschlechtlich beansprucht werden als unter normalen Verhältnissen. Wenn nun

[1]) Volkswirtschaftliche Studien aus Belgien, pag. 267—282.

der Satz über den Einfluss des Mangels an Individuen richtig ist, so müssen alle Tiere durch natürliche Züchtung die Eigenschaft erlangt haben, im Falle sie stärker geschlechtlich beansprucht werden, mehr Individuen ihres eigenen Geschlechtes zu produzieren. Folgende Thatsachen bestätigen dies.

Der Züchter Fiquet zu Houston in Texas sagt[1]):

„Es ist eine ganz gewöhnliche Erscheinung, die alltäglich bei uns unter den zahlreichen Heerden vorkommt, welche unsere amerikanischen Prairien durchziehen, dass ein überangestrengter Stier allemal auch Stierkälber erzeugt, wogegen anderseits in Heerden, wo viele Stiere gehalten werden, die Kuhkälber überwiegen.“

Es ist klar, dass ein Mangel an dem einen Geschlecht in Bezug auf die Inanspruchnahme bei Männchen und Weibchen Entgegengesetztes bewirkt. Fehlt es z. B. an männlichen Tieren, so werden diese stärker, die weiblichen dagegen schwächer als unter normalen Verhältnissen beansprucht. Dadurch wird also ein Gegensatz zwischen den Eigenschaften der Geschlechtsproducte hervorgerufen. Die des (weiblichen) Eies entsprechen bei Schonung der Kuh einem Mangel am entgegengesetzten (d. h. männlichen) Geschlecht, die des männlichen Spermas bei starker Inanspruchnahme des Stieres dagegen einen Überschuss am entgegengesetzten (d. h. weiblichen) Geschlecht oder (was dasselbe ist) einem Mangel an demselben (d. h. männlichen) Geschlecht.

Ohne Einfluss auf die Geschlechtsbestimmung ist es daher, wenn beide Teile (z. B. in der Ehe) sehr stark oder nur sehr selten geschlechtlich thätig sind.

Den Gedanken, bei den zur Begattung bestimmten Tieren einen entgegengesetzten Zustand hervorzurufen, hat zuerst der erwähnte Züchter Fiquet gehabt und durch über 30 Versuche an Rindern bestätigt gefunden. Je mehr Kühe der Stier bedienen musste, und je länger erstere geschont waren, desto mehr Stierkälber wurden geworfen. Umgekehrt erzeugten solche Kühe mehr Kuhkälber, deren Geschlechtslust schon durch einen verschnittenen Stier herabgesetzt war und welche dann durch einen springlustigen lange nicht zugelassenen Stier gedeckt wurden.

Aus der Praxis der Landwirte sind sehr viele Beobachtungen bekannt, welche damit übereinstimmen.

---

[1]) Dr. Heinrich Janke, Die Vorherbestimmung des Geschlechtes beim Rinde.

Brieflich teilte mir Hr. Janke, der die Versuche Fiquets veröffentlichte, folgende Untersuchung mit, die auch trotz des Mangels an Zahlenbelegen nicht unwichtig ist.

„Aus dem sorgfältigen Studium der Sprungregister von Stammschäfereien habe ich die bemerkenswerte Thatsache konstatieren können, dass in der jedesmaligen Sprungzeit zu Anfang, wo die springlustigsten Böcke praevalieren, als die ersten Geburten vorwiegend Mutterlämmer fallen. Danach kommt eine Periode, wo gleich viel Bock- und Mutterlämmer fallen, ein Zeichen dafür, dass beim Springen die Passion und Potenz der Widder schon nachliess. Zum Schlusse aber fallen überwiegend mehr Bocklämmer, ein Beweis, dass es mit der Potenz der Böcke zu Ende ging, selbstverständlich in Folge des vielen vollzogenen Springens."

Ferner fügte er noch folgende Beobachtung hinzu:

„Ein Besitzer einer Stammrinderheerde klagte mir, sein Verwalter berichte ihm, dass bei der letztjährigen Kälberperiode durchgängig nur Stierkälber gefallen wären, eine Kalamität, die vor 6—8 Jahren schon einmal eingetreten wäre. Ich sagte ihm, die Ursache liege am Stier, der abgetrieben d. h. ohne Potenz und ohne Passion den Kühen gegenüber sei und der also durch einen jüngeren Stier ersetzt werden müsse. Der Herr bestätigte mir darauf, dass allerdings der Stier schon 8—9 Jahr alt sei und von ihm wegen seiner edlen Abstammung beibehalten worden wäre. Genau ebenso sei dies 6—8 Jahre vorher gewesen."

Endlich teilt er mir mit:

„In den Pferdegestüten ist es eine stetig beobachtete Erfahrung, dass von den kräftigsten Beschälhengsten, so oft sie morgens decken, vorwiegend Stutenfohlen, wenn sie aber im Laufe des Tages (was eigentlich rationell nicht geschehen soll!) zum zweiten Male decken, fast immer Hengstfohlen fallen, was seine Erklärung darin findet, dass die Hengste durch das (in der Regel zweimalige) Decken der ersten Stute doch geschlechtlich strapeziert waren."

Auch von anderer Seite wurde mir mitgeteilt, dass ein stark in Anspruch genommener Hengst überwiegend männliche Fohlen zeuge.

Martegoute[1]) hat auf der Schäferei zu Blanc in der Ge-

---

[1]) Schmidts Jahrbücher der Medicin 102, 1859, pag. 285.

meinde Gailhac Toulza (Haut-Garonne) Züchtungen angestellt und ist zu folgendem Resultat gelangt, dessen Auslegung der Theorie zu widersprechen scheint.

Im Anfange der Paarung, so lange der Widder noch im Besitze der vollen Kraft ist, zeugt er mehr männliche als weibliche Tiere. Sobald einige Tage nachher die Schafe in grosser Zahl zugleich brünstig werden und der Widder durch häufigen Sprung seine Kraft mehr erschöpft, gewinnt die Zeugung von weiblichen Tieren die Oberhand. Wenn endlich diese Periode übermässiger Anstrengung aufhört, die Zahl der brünstigen Schafe abnimmt, so beginnt wiederum die Zeugung männlicher Tiere.

Nur der erste Teil dieser Angaben, dass auch im Anfang mehr männliche Tiere fallen sollen, widerspricht den schon erwähnten Resultaten Jankes. Leider habe ich das Original noch nicht erhalten. Die Zuverlässigkeit dieser älteren Angaben scheint aber keine sehr grosse zu sein. Der zweite Teil indessen stimmt mit der Beobachtung Jankes überein, dass später mehr männliche Tiere gezeugt werden als früher.

In der Landwirtschaft wird häufig ein Tier von edler Race stark in Anspruch genommen. Auf einer Schäferei [1]) wurde eine Menge Schafe von einem kräftigen Merinowidder belegt, der möglichst viel Nachkommen liefern sollte. Das Resultat waren 50 Bocklämmer und 22 Schaflämmer, während gewöhnlich die Zahl der Geschlechter gleich ist.

In Stammschäfereien kommt es überhaupt nicht gar selten vor, dass ein Tier edler Abkunft, zumal wenn es mit prägnanter Vererbungskraft ausgestattet ist, möglichst viel Nachkommen liefern soll. Die Vater-tiere mit besonders feiner und edler Wolle wurden früher in manchen Schäfereien Norddeutschlands nicht selten dergestallt ausgenutzt, dass infolge dessen die Traberkrankheit ausbrach. Sehr häufig wird dies einer zu starken Beanspruchung des Bockes zugeschrieben [2]) und man könnte hier eine starke Mehrgeburt von Männchen erwarten. Hr. Settegast hingegen, dem auf dem Gebiete der Tierzucht unstreitig die grössten Erfahrungen zu Gebote stehen, teilt mir mit, dass hier die geschlechtliche Überbürdung sowohl bei den Böcken wie

---

[1]) Findet sich in der Schrift v. Dr. Ploss: „Über die das Geschlechtsverhältniss der Kinder bedingenden Ursachen.“ Monatsschrift für Geburtskunde und Frauenkrankheiten, B. XII, p. 331.

[2]) Vergl. H. Settegast, Die Züchtungslehre. Breslau 1878, IV. Aufl., pag. 99.

bei den Mutter-schafen stattfand. Jene wurden zu früh, zu oft und in zu hohem Alter beansprucht. Die weiblichen Tiere dagegen wurden nicht selten schon mit 1½ Jahren zugelassen, was bei so spät-reifen Tieren normaler Weise erst mit 2½ Jahren hätte eintreten sollen. Es wurden sogar zur Förderung des Veredelungsprocesses und zur Beschleunigung des Anwachsens der Herde anfangs jährlich zwei Sprung- und Lammzeiten durchgesetzt, während zur Schonung der Tiere nur eine stattfinden soll. Beide Geschlechter waren also stark beansprucht und ein anomales Sexualverhältniss kann daher bei den Geburten nicht erwartet werden und ist auch nicht beobachtet worden.

Hingegen teilt mir Hr. Settegast die Ansicht mit, zu der ihn seine doch gewiss ausserordentlich zahlreichen Beobachtungen geführt haben. Sie stimmt mit der Theorie überein. Er sagt, dass im Allgemeinen der Nachkomme das Geschlecht des stärker beanspruchten Erzeugers erhalte, wenn man darunter den Einfluss der Benutzung des Zuchttieres in hohem Alter desselben, vor seiner vollen Reife, in schlechter Condition und bei missbräuchlicher (zu angespannter) Ausbeutung seiner Zeugungskraft versteht. Dies ist nicht unbedingt bei jeder Geburt der Fall, sondern, wie Settegast sagt, giebt es mannigfaltige Ausnahmen, es wird also unter solchen Umständen ein mehr oder weniger grosser Überschuss des einen Geschlechtes erzeugt. Ich glaube, dass die Meinung einer solchen Autorität, wie Settegast es unstreitig ist, von der grössten Wichtigkeit ist, namentlich da er doch über eine ausserordentliche Fülle von Beobachtungen und Erfahrungen verfügt. Ich ergreife diese Gelegenheit, um ihm meinen Dank auszusprechen für die Mitteilungen, die er mir freundlichst zukommen liess.

Es ist bereits erwähnt worden, dass bei den Geburten der Pferde vorurteilsfreie Beobachter gefunden hatten, dass die Fohlen meist das Geschlecht des relativ stark in Anspruch genommenen Erzeugers zeigen. Um dies statistisch zu prüfen, wurde folgende umfassende Untersuchung angestellt.

Die Abfohlungsresultate der preussischen Gestüte werden jährlich veröffentlicht. Früher geschah dies von den Annalen der Landwirtschaft, jetzt geschieht es von den Landwirtschaftlichen Jahrbüchern. Es standen neunzehn Jahrgänge zur Verfügung, nämlich von 1859—82 mit Ausnahme der vier Tabellen von 1870—71, 1871—72, 1872—73 und 1873—74, welche fehlten. In diesen Tabellen ist unter anderm für jedes Gestüt angegeben,

wie viel Stuten in jedem Jahre ein Hengst durchschnittlich belegt hatte, wie stark also die geschlechtliche Beanspruchung der Hengste in diesem Gestüt und in diesem Jahre war. Sämmtliche Zahlen wurden nach der Anzahl der pro Jahr und pro Hengst gedeckten Stuten geordnet und addiert. Das Resultat ist in der Tabelle wiedergegeben.

Zahl der gedeckten Stuten	Zahl der geworfenen Fohlen		Sexualverhältniss
	männlich	weiblich	
60—70	42 445	41 933	101,22
55—59	66 551	66 226	100,49
50—54	59 940	61 096	98,18
45—49	57 077	59 216	96,39
40—44	59 967	62 007	96,71
35—39	38 348	40 181	95,44
20—34	26 354	27 069	97,35
Summa	350 682	357 728	98,03

Aus diesen Zahlen ersehen wir, dass bei stärkerer Beanspruchung der Hengste mehr Männchen geboren werden. Dieselben bilden sogar eine fortlaufend abnehmende Reihe. Nur an zwei Stellen kommen kleine Abweichungen vor. Die grössere von diesen stützt sich auf nur eine geringere Zahl von Fällen, so dass sie sehr wohl auf Zufall zurückgeführt werden kann. Die Hauptmasse der Zahlen liefert eine nicht zu unterschätzende Bestätigung der Theorie.

Die hier wieder gegebenen Zahlen sind so aussergewöhnlich gross, dass von einem Zufall keine Rede sein kann. Lexis[1]) hat berechnet, in wie weit die Schwankungen des Sexualverhältnisses auf Zufall zurückzuführen sind. Will man sich dies veranschaulichen, so stelle man sich eine Urne vor, in welcher schwarze und weisse Kugeln stets im Verhältniss von 106,3 zu 100 vorhanden wären. Diese entsprechen den Knaben und Mädchen, die in diesem mittleren Verhältniss geboren werden. Wenn man nun 3200 mal eine Kugel herausholt, so besteht noch immer die Wahrscheinlichkeit 0,113, dass das Verhältniss der weissen und schwarzen Kugeln nicht den mittleren Wert 106,3 zu 100, sondern einen solchen habe, der unter 100,4 oder über 112,2 liegt. Bei 3200 Geburten kann man also etwa 1 gegen 9 wetten, dass der Knabenüberschuss diese Grenzen überschreitet.

[1]) Hildebrands Jahrbücher d. Nat. u. Stat. XXVII. 1876, pag. 209.

Bei obiger Untersuchung handelt es sich aber um eine mehr als zweihundert mal so grosse Zahl von Geburten. Und das Resultat kann als unzweifelhaft sicher angesehen werden.

Gegen diese Untersuchung könnte man folgende Einwürfe machen. Während hier nämlich die Beanspruchung der Hengste eine verschiedene ist, sind die übrigen in Betracht kommenden Momente nicht etwa gleichgestaltet, sondern über sie finden sich gar keine Angaben, z. B. über die Beanspruchung der Stuten, ferner über das Alter von Hengst und Stute. Die Zahl der vierjährigen Hengste, die zum ersten Mal zugelassen werden, ist eine wechselnde. Ferner werden die Hengste in einem Gestüt nicht alle gleichstark beansprucht, sondern einzelne Hengste sind sehr beliebt und darum viel stärker in Anspruch genommen als andere. — Alle diese Einwürfe entsprechen den thatsächlichen Verhältnissen. Die angeführten Umstände sind von Einfluss auf das Sexualverhältniss, sie sind ungleich in den einzelnen Gestüten und den einzelnen Jahren. Da aber die Zahlen so ausserordentlich gross sind, so darf man mit Recht annehmen, dass diese Umstände sich im Allgemeinen ausgleichen. Selbst wenn daher in einzelnen Gestüten zu verschiedenen Zeiten beliebte Hengste gestanden haben, oder wenn das Alter der einem Gestüte zugeführten Stuten bald ein hohes, bald ein niedriges gewesen ist und so fort, so wird dadurch der Wert des Resultates nicht geändert, nur der zu erwartende Überschuss wird erheblich herabgedrückt. In der That ist die grösste Differenz in der Tabelle bei einer etwa doppelt so starken durchschnittlichen Beanspruchung nur gleich etwa 6 %.

Diese Differenz erscheint auf den ersten Blick als sehr geringfügig. Man könnte vermuten, der Unterschied müsse so stark sein, dass das Sexualverhältniss sich sofort ausgleicht; man könnte vielleicht noch einmal so viel Hengstfohlen erwarten, als normaler Weise geboren werden, was einem Verhältniss von 200 männlichen zu 100 weiblichen Fohlen entsprechen würde. Ein solcher Überschuss aber wäre viel zu stark, wie sich aus den Lebensverhältnissen der Pferde ergiebt. Bei diesen dauert die Tragzeit ein Jahr; die Reife beginnt im zweiten Jahre, jedoch werden die Tiere erst vom vierten Jahre an zur Belegung zugelassen. Die ersten bei anomalem Sexualverhältniss gezeugten Fohlen treten also fünf Jahre später in den Kreis der Zeugenden ein. Die folgenden vier Jahrgänge von Fohlen sind daher unter demselben anomalen Geschlechtsverhältniss gezeugt und müssen

also auch denselben Männchenüberschuss zeigen. Wenn nun der erste Jahrgang von Fohlen das anomale Verhältniss wieder ausgliche, so würde durch das Eintreten der folgenden das Gegenteil hervorgerufen werden, aus dem Mangel würde ein grosser Überfluss an Männchen entstehen. Man kann daher vermuten, dass der Überschuss nicht so gross, sondern etwa ein Fünftel hiervon sein, also dem Sexualverhältniss von 120 zu 100 entsprechen wird. Alsdann wird, nachdem die fünf Jahrgänge in den Kreis der Zeugenden getreten, das anomale Geschlechtsverhältniss beseitigt sein. Von der Zeit jedoch, wo der erste Jahrgang die Zeugung begann, bis fünf Jahre später, wo der letzte die Ausgleichung herbeiführte, herrschte immer noch ein anomales, wenn auch nicht mehr so stark anomales Geschlechtsverhältniss der Zeugenden. In den folgenden fünf Jahren findet also immer noch eine Mehrproduction von Männchen statt. Es scheint also, als ob auch dieser Überschuss ein noch zu starker ist. Eine massvolle Regulierung eines Männchenmangels könnte vielleicht durch einen Überschuss von 10 männlichen Geburten auf 100 weiblichen über das bei einem Weibchenmangel auftretende Verhältniss herbeigeführt werden. Ist letzteres 95 : 100, so wird man bei noch einmal so starker Beanspruchung der Männchen das Sexualverhältniss 105 : 100 bei den Geborenen erwarten können.

Man ersieht auch aus diesen theoretischen Erörterungen, wie gering der Einfluss eines einzigen Momentes sein muss. Es ist eben eine grosse Zahl von Factoren, welche das Geschlecht bestimmen. Die Änderung eines einzelnen kann daher nur eine kleine Änderung des Sexualverhältnisses zur Folge haben.

Untersuchen wir die physiologischen Erscheinungen etwas näher, die sich beim Mangel an Individuen des einen oder andern Geschlechtes einstellen werden, legen wir uns also die Frage vor: Worin besteht denn eigentlich die Zustandsänderung z. B. der Männchen, wenn diese stärker geschlechtlich beansprucht werden? Die Antwort lautet unbestreitbar: Wenn bei starker Beanspruchung das kaum gebildete Sperma sehr bald wieder verbraucht wird, so befruchten die Männchen mit relativ jungen Spermatozoen[1]).

Um keinerlei Zweifel über die Richtigkeit dieser Verhältnisse

---

[1]) Auf diese Beziehung zwischen der geschlechtlichen Beanspruchung und dem Alter des Spermas bin ich von Herrn Prof. Preyer aufmerksam gemacht worden.

aufkommen zu lassen, wurde in der vorläufigen Mitteilung zu dieser Arbeit [1]) eine Berechnung dieser Verhältnisse vorgenommen, welche es als unzweifelhaft erweisen, dass bei stärkerer Inanspruchnahme die Spermatozoen jünger, bei schwächerer Beschäftigung dagegen älter sind, als dies durchschnittlich der Fall sein wird. Und zwar tritt dieses auch dann ein, wenn infolge der stärkeren Anregung eine vermehrte Spermaproduction herbeigeführt wird. Bei einem Mangel an Männchen wird das Ei also von jungen Samentierchen befruchtet und neigt infolge dessen zum männlichen Geschlecht und umgekehrt. Die Eigenschaft der Männchen, bei einem anomalen Sexualverhältniss mehr Individuen des Geschlechtes zu zeugen, an dem es fehlt, lässt sich zurückführen auf eine Wirkung des Alters der Spermatozoen.

Bock hatte eine Theorie über die Geschlechtsentstehung aufgestellt, wonach der „dünnere" Samen bei häufiger Thätigkeit zum weiblichen Geschlecht bestimmend sein soll. Bei seltener Inanspruchnahme sollen indessen mehr Knaben geboren werden. Danach wäre der Zustand des Eies ohne Einfluss und nur die Dünnheit des Samens von Bedeutung. Hiergegen ist einzuwenden, dass nicht der Samen, sondern die Samenfäden befruchtend wirken, und diese sind alsdann nicht dünner, sondern jünger. Thatsachen führt Bock fast gar nicht an. Nur wiederholt er die Behauptung einiger Reisender, dass in den Ländern, in denen Polygamie herrscht, mehr Mädchen geboren werden. Die Statistiker haben aber diese Behauptung als unzuverlässig zurückgewiesen.

Die nützliche Eigenschaft, mehr Tiere des Geschlechtes zu erzeugen, an dem es mangelt, war bei den Männchen auf eine Wirkung des Alters der Spermatozoen zurückgeführt worden. Entsprechendes gilt auch vom weiblichen Geschlecht. Wird dieses stark beansprucht, so werden die Eier sofort befruchtet werden, sobald sie nur dazu fähig sind; solche früh befruchtete Eier neigen zum weiblichen Geschlecht.

Diese Verhältnisse sind so einfach und leicht zu überschauen, dass die nähere Auseinandersetzung, wie sie in der vorläufigen Mitteilung gegeben wurde, wohl nicht wiederholt zu werden braucht. Nur in bezug auf solche Tiere, deren Reproduction nicht an eine bestimmte Jahreszeit gebunden ist, könnten Zweifel

[1]) Diese Zeitschrift, 1883, pag. 428. Die Factoren, welche die Sexualität entscheiden.

auftauchen. Diese lassen sich durch folgende Überlegung beseitigen.

Denkt man sich, dass die weiblichen Individuen z. B. beim Menschen plötzlich doppelt so stark beansprucht werden als vorher, so wird sich allerdings die Geschlechtsthätigkeit ebenso gut für die spätern Tage nach der Menstruation als für die frühern verdoppeln. Eine Bevorzugung letzterer ist nicht anzunehmen. Auch durch den Umstand, dass anfangs die Conceptionscapacität bedeutend grösser ist, wird das Verhältniss nicht geändert. — Wäre dieselbe anfangs z. B. dreimal so gross, so kann man sich dies leichter vorstellen, indem man annimmt, im Anfang fände die geschlechtliche Verbindung dreimal so oft statt und es hätte alsdann jede eine gleiche Wahrscheinlichkeit zu befruchten. Verdoppelt sich jetzt die Beanspruchung, so werden anfangs in derselben Zeit sechs Sexualacte stattfinden, auf welche später nur zwei kommen, d. h. es wird auch jetzt noch anfangs dreimal so oft der Act ausgeübt als nachher. Dies Verhältniss wird also durch die Verschiedenheit der Beanspruchung nicht gestört. — Jetzt tritt aber der Umstand ein, den man leicht übersehen könnte, dass nämlich bei stärkerer Thätigkeit einer von den ja auch bald nach der Loslösung des Eies häufiger stattfindenden Geschlechtsacten befruchtend gewirkt haben kann, was bei der Häufigkeit sehr wahrscheinlich ist, und dass alsdann alle folgenden wirkungslos sind, mögen sie nun häufig stattfinden oder selten. Beim Menschen bewirkt also eine stärkere geschlechtliche Beanspruchung eine relativ häufigere Befruchtung bald nach der Menstruation.

Nehmen wir z. B. an, durchschnittlich wirke von x Verbindungen eine befruchtend, so wird bei stärkerer Beanspruchung der xte Zeugungsact früher nach der Menstruation stattfinden als gewöhnlich; daher wird auch die Befruchtung des Eies eher nach der Loslösung d. h. im jugendlicheren Zustand erfolgen. — Oder noch allgemeiner: An einem bestimmten Zeitpunkt nach der Menstruation ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Befruchtung stattgefunden hat, bei stärkerer Beanspruchung grösser als bei schwächerer.

Bei einem Mangel des weiblichen Geschlechtes werden also junge Eier befruchtet und diese bilden sich zu Weibchen aus. Die nützliche Eigenschaft der weiblichen Tiere, mehr von dem Geschlecht zu produzieren, an dem es mangelt, kann also zurückgeführt werden auf den Einfluss des Alters der Eier. Diese Eigenschaft der Männchen wie der Weibchen ist vielleicht allgemein

als eine Wirkung des Alters der Geschlechtsproducte zu erklären. Junge Spermatozoen und alte Eier neigen demnach zum männlichen, alte Spermatozoen und junge Eier dagegen zum weiblichen Geschlecht.

Allgemein können wir also sagen:

Je grösser der Mangel an Individuen des einen Geschlechtes ist, je stärker die vorhandenen in Folge dessen geschlechtlich beansprucht werden, je rascher, je jünger ihre Geschlechtsproducte verbraucht werden, desto mehr Individuen ihres eigenen Geschlechts sind sie disponiert zu erzeugen.

Von einem solchen überangestrengten Genitalsystem sagt Janke, es habe geringe geschlechtliche Kraft, indem er dabei an die Leistung bei einer Begattung denkt. Eine Schonung des Genitalsystems bewirkt dagegen eine höhere geschlechtliche Kraft oder Prävalenz. Indessen sollen diese Ausdrücke hier nicht angewendet werden.

c. Verzögerte Befruchtung des Eies.

Als physiologische Wirkung einer stärkeren Beanspruchung des weiblichen Geschlechtes hatte sich eine frühzeitige Befruchtung der Eier und damit eine stärkere Production von weiblichen Individuen ergeben. Je länger der Weg ist, den das Ei zurückgelegt hat, desto mehr neigt es im Allgemeinen zum männlichen Geschlecht.

Thury[1]), welcher das Überwiegen des männlichen Geschlechtes bei einer solchen verzögerten Befruchtung der Eier zuerst beobachtete, stellte eine dem-entsprechende Theorie auf. Er behauptete, dass jung befruchtete Eier sich zu Weibchen und spät befruchtete sich zu Männchen ausbildeten. Nach seiner Anweisung wurden 29 Versuche mit Kühen auf einem Gute angestellt. Die Kälber zeigten das vorhergesagte Geschlecht. Er schliesst daraus, dass im Anfang der Brunst belegte Kühe stets Kuhkälber, solche dagegen, welche länger hatten warten müssen, stets Stierkälber werfen.

Indessen ist diese eigentliche Thurysche Theorie in sofern nicht richtig, als immer nur ein gewisser Überschuss des einen oder andern Geschlechtes erwartet werden kann. Denn es tritt nie plötzlich die ausschliessliche Production nur des einen Ge-

[1]) La Production des Sexes. Übers. v. Pagenstecher.

schlechtes ein, sondern es handelt sich um eine mässige Regulierung des Sexualverhältnisses.

Es war unzweifelhaft ein Zufall, dass sämmtliche 29 Versuche der Theorie gemäss ausfielen. Indessen scheinen dieselben doch von zuverlässiger Seite angestellt worden zu sein.

Als Thury seine Aufsehen erregende Theorie aufgestellt hatte, wurden eine grosse Zahl von Versuchen angestellt, um sie zu prüfen. Der grösste Teil wurde von Züchtern vorgenommen und ist daher weniger wertvoll als die mehr wissenschaftlich angestellten. Die Resultate sprachen teilweise für, teilweise gegen die Theorie. Da Thury selbst das Alter des Eies als das einzig massgebende ansah, so konnte auf Grund einer einzigen Nichtbestätigung die Theorie als widerlegt angesehen werden. Bei der Anstellung der Versuche wurde daher auch auf alle übrigen Momente, wie das Alter des Spermas, die Ernährungsverhältnisse, nicht geachtet.

Auf den landwirtschaftlichen Akademien zu Proskau und Eldena[1]) wurde die Thurysche Theorie experimentell geprüft. Die Kühe, welche Kuhkälber werfen sollten, wurden belegt, sobald man ihre Brünstigkeit bemerkte, welche meist 24—30 Stunden andauerte. Sie warfen in Proskau fünf Kuh- und fünf Bullenkälber. In Eldena drei und fünf. Diese Geburten zeigten also ein normales Sexualverhältniss. In Proskau warfen ferner die Kühe, welche erst circa 20 Stunden nach Eintritt der Brunst befruchtet wurden, ein Kuh- und vier Bullenkälber. Aus diesen Versuchen schloss man mit Recht, dass die Thury'sche Theorie in ihrer ursprünglichen Form unhaltbar sei.

Ferner wurden in dem kgl. Friedrich-Wilhelms-Gestüt Beobachtungen über diese Theorie angestellt[2]). Von zwanzig Stuten, die nach Thury Stutenfohlen hätten werfen sollen, entsprachen nur 11 dieser Erwartung, 10 dagegen warfen Hengstfohlen.

Später wurden in Waldau und Eldena[3]) abermals mit Kühen derartige Versuche angestellt. In Waldau warfen früh befruchtete Kühe ein Stier- und ein Kuhkalb, spät befruchtete ebenfalls ein Stier- und ein Kuhkalb. In Eldena wurden von neun sofort nach Eintritt der Brunst belegten Kühen neun Kuh- und zwei Bullenkälber geworfen. Die letzteren fanden sich in zwei

---

[1]) Annalen der Landwirtschaft, 23. Jahrg., 46. B., 1865, pag. 271.
[2]) Annalen der Landwirtschaft, Wochenblatt, 1864, pag. 335.
[3]) l. c. 1866, p. 461.

Zwillingsgeburten. Diese Versuche scheinen am exactesten angestellt zu sein; denn vom ersten Bemerken des Rinderns bis zur Belegung vergingen nur ein viertel bis eine halbe Stunde, was bei den vorigen nicht der Fall war.

Endlich hat Touchon[1]) in Hohenau Versuche über die Richtigkeit der Thuryschen Theorie angestellt. Er fand sie bestätigt. Elf Kälber zeigten das erwartete weibliche Geschlecht. Auch bei zwei Fohlen war dies der Fall.

Die eigentliche Thurysche Theorie, dass nur das Alter des Eies in Betracht komme, ist durch diese Versuche als falsch nachgewiesen worden. Das Alter des Eies ist vielmehr nur einer der vielen Factoren, welche auf die Entstehung des Geschlechtes von Einfluss sind. Wenn in Folge eines Mangels an Männchen eine Verzögerung der Befruchtnng stattfindet, so tritt nicht etwa eine ausschliessliche Production von Männchen ein, sondern die Einwirkung dieses einen Moments zeigt sich nur in einem gewissen Ueberschuss, welcher alsdann das Sexualverhältniss reguliert. Um einen solchen Ueberschuss zu constatieren, sind nur grössere Zahlen zulässig. Fassen wir daher einmal sämmtliche Versuche, welche angestellt wurden, um die Thury'sche Theorie zu erproben, und die mir bekannt geworden sind, zusammen, so erhalten wir folgende Zahlen. Kühe, welche früh befruchtet wurden, warfen 13 Stier- und 29 Kuhkälber; Stuten, die ebenfalls früh befruchtet wurden, produzierten 10 Hengst- und 13 Stutenfohlen. Endlich warfen spät befruchtete Kühe 5 Stier- und 2 Kuhkälber. Wie man sieht, sprechen diese Zahlen entschieden eine Tendenz aus, das Geschlechtsverhältniss zu regulieren.

Albini in Neapel[2]) stellte Versuche mit Hühnern an, welche im Sinne der Thury'schen Theorie ausfielen.

Er fand, dass die Hühner drei bis sechs Tage nach Vereinigung mit dem vorher getrennten Hahne wieder befruchtete Eier legen, aus denen im Mittel gleichviel männliche und weibliche Hühnchen entstehen, doch scheint im Ganzen die Zahl der Männ-

---

[1]) Agronomische Zeitung, 1865, pag. 519.

[2]) Es stand mir allerdings nur das Referat von Kronecker zur Verfügung: Centralblatt für med. Wissenschaften, 1868, pag. 268. Original in Rendiconto della R. Accad. d. sc. fis. e mat. di Napoli 1867. Settembre. 9 Stn. Albini erklärt sich dem Referat zufolge für die Theorie von Thury. Referent spricht sich dagegen aus, da Thury das Alter des Eies als das allein massgebende bezeichnet hatte, also keine Ausnahme hätte eintreten dürfen.

chen zu überwiegen. — Nach Entfernung des Hahnes aber legen sie am 9. und 10. Tage gleich viel befruchtete und unbefruchtete, am 12. überwiegend unbefruchtete, aber selbst am 18. Tage noch einige befruchtete. Die am 10. bis 15. Tage nach Entfernung des Hahnes gelegten Eier waren überwiegend weiblich.

Im ersteren Falle, wo am 3. bis 6. Tage nach der Wiedervereinigung mit dem Hahne viel männliche Eier gelegt wurden, haben wir es mit Eiern zu thun, die schon sehr lange seit Beginn ihrer Befruchtungsfähigkeit auf eine Befruchtung warteten, aber noch immer hierzu geeignet waren und auch befruchtet wurden. In Folge dieser Verzögerung tendierten sie sich zum männlichen Geschlecht auszubilden. In dem entgegengesetzten Zustand aber befand sich das Sperma. Dieses gelangte bald nach dem Coitus zur Befruchtung, war also relativ jung. Seine Eigenschaften verstärkten also noch die Tendenz der Eier.

Dagegen waren die am 10. bis 15. Tage nach der Trennung vom Hahn gelegten Eier, also zu einer Zeit, wo schon überwiegend unbefruchtete gelegt wurden, weil das Sperma fast verbraucht war, meistens weiblich. Sie mussten schon äusserst frühzeitig befruchtet sein. Das Sperma hingegen war schon relativ alt, da es erst lange nach der Begattung zur Verwendung kam. Junge Eier und altes Sperma bewirken eine Tendenz des Embryos, sich zum weiblichen Geschlecht auszubilden.

Coste[1]) stellte 1864 denselben Versuch mit einer Henne an. Nach der Trennung vom Hahn legte sie noch fünf befruchtete Eier:

am	15.	März	ein	Männchen
„	17.	„	„	Männchen
„	18.	„	„	Weibchen
„	20.	„	„	Männchen
„	22.	„	„	Weibchen.

Unter diesen fünf Fällen stimmt einer nicht, denn das vorletzte Männchen hätte ein Weibchen sein müssen. Coste zog daraus den Schluss, dass die Theorie von Thury falsch sein müsse.

Im folgenden Jahre wiederholte Gerbe[2]) diesen Versuch mit demselben Erfolg, die Verteilung der Geschlechter war eine regellose, wie die Tabelle zeigt.

Auch diese Resultate widerlegen die Theorie von Thury, insofern dieser glaubte, das Alter der Eier sei das einzig in betracht kom-

[1]) Comptes rendus, 1864, pag. 740.

[2]) Comptes rendus 1865, Tome 60, pag. 941.
Coste: Production des sexes.

Henne zum Hahn gebracht am 9. Juli, getrennt am 10. Juli		Dieselbe Henne zum Hahn zurückgebracht am 31. Juli, getrennt am 1. August	
Gelegt am	Resultat	Gelegt am	Resultat
10. Juli	Unbefruchtet	1. August	Unbefruchtet
11. „	♂	2. „	♀
13. „	Gestorben	5. „	♀
14. „	Gestorben	7. „	♂
15. „	♀	8. „	Gestorben
17. „	Gestorben	11. „	♀
18. „	♂	12. „	♀
20. „	♂	16. „	♂
21. „	♀	18. „	Unbefruchtet
24. „	♂	19. „	Unbefruchtet
25. „	♀	21. „	Unbefruchtet
27. „	Unbefruchtet		
28. „	Unbefruchtet		
30. „	Unbefruchtet		

mende Moment. Die Geschlechter zeigen sich fast gleichmässig verteilt, nur in der ersten Tabelle zeigt sich im Anfang ein schwaches, der Theorie entsprechendes Ueberwiegen der Männchen.

Addirt man die von Coste und Gerbe erhaltenen Resultate, so zeigen die Zahlen ein der Theorie entsprechendes Verhalten. Jedoch ist selbst die Summe dieser Fälle eine noch so kleine, dass keine sichern Schlüsse daraus gezogen werden können.

Nach Flourens[1]) hatte schon Aristoteles bemerkt, dass die Tauben stets zwei Eier legen, wovon das eine männlich, das andere weiblich ist. Eine genauere Beobachtung lehrte ihm, dass das zuerst gelegte männlich und das zweite weiblich war. Flourens stellte elf mal diese Beobachtung an und fand die Aussage von Aristoteles jedesmal bestätigt.

Wenn diese Thatsache richtig ist, so wäre damit eine neue Bestätigung der Theorie gegeben. Das erste Ei ist älter, wird sofort von jungem Sperma befruchtet und liefert ein männliches Tier. Das zweite wird jung befruchtet, vielleicht auch etwas später von dem älter gewordenen Sperma. Es wird daher auch erst als zweites gelegt. Dieses jung von altem Sperma befruchtete Ei liefert ein Weibchen.

[1]) Comptes rendus, 1864, pag. 740.

Gerbe[1]) stellte ferner Versuche mit Kaninchen an, indem er das eine bald nach Beginn der Brunst begatten liess, die anderen aber erst möglichst spät. Die Tabelle zeigt die Resultate, sie giebt die Geschlechter an, wie sie in den Uterushörnern vom Ovarium aus vorgefunden wurden. Es zeigte sich eine ziemlich gleichmäs-

I. früh begattet		II. spät beg.		III. spät beg.	
linkes Horn	rechtes H.	linkes H.	rechtes H.	linkes H.	rechtes H.
♂	♀	♀	♀	♂	♂
♀	♂	♂	♂	♂	♀
♀	♀	♂	♀	♀	♂
♂	—	♂	♂	♂	—
♂	—	♀	♀	—	—
♂	—	♀	—	—	—
♀	—	♀	—	—	—
♂	—	—	—	—	—
♂	—	—	—	—	—
7 ♂ und 5 ♀		5 ♂ und 7 ♀		5 ♂ und 2 ♀	

sige Verteilung. Indessen können diese Versuche nicht massgebend sein, weil, wie Born[2]) anführt, „nach neueren Autoren, wie Hensen, die Eier derselben sich rasch hintereinander lösen und bald befruchtet werden.“ Da Gerbe erwartete, dass das Geschlecht sich nur allein nach dem Alter der Eier richte, so hat er alle übrigen Momente ausser Acht gelassen. Bei diesem Experiment aber scheint sich zu zeigen, wie einflussreich das Alter des Spermas ist. Beim ersten und dritten Fall fanden nämlich hintereinander zwei Begattungen statt, das Sperma war also durchschnittlich jünger als beim zweiten, wo nur eine stattfand. Die Geschlechtsproduction steht damit in Einklang; denn I. und III. produzierten zusammen 12 ♂ und 7 ♀; II. aber umgekehrt 5 ♂ und 7 ♀, da das Sperma hier älter war. Das verschiedene Alter des Spermas kann also die Ursache gewesen sein, warum das Sexualverhältniss so verschieden ausfiel.

---

[1]) Comptes rendus, 1865, Tome 60, pag. 942.
Coste: La Production des Sexes.

[2]) Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung der Geschlechtsunterschiede. Abdruck aus: Breslauer ärztliche Zeitschrift, 1881, Nr. 3 ff.

Auch an Würmern sind solche Experimente angestellt worden. A. Schneider schrieb an Hoffmann [1]) bez. seiner Versuche über Geschlechtsbestimmung bei Nematoden Folgendes:

„Pelodera papillosa, ein in faulenden Substanzen lebender Nematod, eignet sich ausgezeichnet zu diesen Untersuchungen, da man denselben in einem Uhrglas isoliert aufziehen kann, und die Geschlechtsverschiedenheit schon deutlich ist, noch ehe ein Coitus möglich gewesen ist. Ich habe zwei Experimente angestellt. 1) Ein Weibchen wurde isoliert und 6 Tage nach Eintritt der Geschlechtsreife begattet; von den Eiern waren 19 männlich, 41 weiblich.... 2) Ein Weibchen wurde 13 Tage nach Eintritt der Geschlechtsreife begattet, von 46 Eiern waren 23 Weibchen und 23 Männchen.... Will man diese Versuche gelten lassen, so würden sie dafür sprechen, dass die Zahl der Männchen bei später Befruchtung zunimmt.“

Auch beim Menschen ist die Wirkung einer verzögerten Befruchtung auf das Geschlecht des Eies constatiert worden.

Der grosse Knabenüberschuss bei den Juden wird auf die Sitte zurückgeführt, das Weib nach der Menstruation noch möglichst lange zu vermeiden [2]). Die statistischen Angaben über das Geschlechtsverhältniss der jüdischen Geburten schwanken allerdings bedeutend, weil sie stets nur wenig Fälle umfassen können. Das Resultat ist indessen stets dasselbe. So wurden im Wieselburger Comitat (1835—1855) auf 100 jüdische Mädchen 117,1 Knaben geboren [3]). In Preussen (1820—1834) war das Verhältnis 111 zu 100, 1849—1852 war es 106 zu 100; in Schweden 1851—1855 betrug es 108 zu 100. Sogar bei den unehelichen jüdischen Kindern kamen auf 100 Mädchen in Oesterreich 123,9, in Preussen 118,6 Knaben. Letztere Zahl umfasst 800 erstere, 4600 Fälle [4]). Dasselbe Resultat ergiebt eine in der Medicinischen Statistik von Oesterlen gegebene Zusammenstellung.

Ferner teilt Baust [5]) vierzehn Fälle „nach den zuverlässigsten Angaben verschiedener Freunde“ mit, aus denen hervorgeht, dass jede Conception acht Tage nach beendigter Menstruation

---

[1]) Citiert von Hoffmann. Botanische Zeitung 1871, Nr. 7 pag. 109.

[2]) Thury: La Production des Sexes, pag. 24.

[3]) Glatter: Die Lebenschancen der Juden. Citiert von Wappäus.

[4]) Wappäus: Bevölkerungsstatistik, Bd. II, p. 158, 159, 194.

[5]) Baust: Die Ursachen, welche die Entwickelung des männlichen und weiblichen Geschlechts bedingen. Stuttgart 1871.

einen Knaben zur Folge hatte, während die ersten drei Tage nach derselben regelmässig den Mädchen angehörten und der fünfte und sechste Tag sich als schwankend erwiesen. Indessen ist die Angabe, dass der Erfolg ausnahmslos den Erwartungen entsprochen haben solle, nicht geeignet, das Vertrauen zu stärken; der Zufall müsste zu diesem Resultat etwas beigetragen haben.

Mit grosser Reserve könnte noch folgendes bemerkt werden. In Frankreich ist der Knabenüberschuss relativ hoch. Es ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die angestrebte Vermeidung der Befruchtung in folge der Herrschaft des Zweikindersystems, dies bewirkt. — Auch der äusserst hohe Knabenüberschuss bei den unehelichen jüdischen Geburten liesse sich auf diese Weise erklären. Selbstverständlich sind dies nur Vermutungen, die nur als Erklärungen, nicht aber als Stützen der Theorie angesehen werden können.

Später ist die Thury'sche Theorie von mehreren andern Forschern wieder aufgestellt worden, so von Dr. Upjohn und Dr. Van S. Deaton[1]). Dr. Sweet[1]) spricht sich indessen dagegen aus, weil er drei Fälle anführen konnte, bei denen die Theorie nicht zutreffend war, was ja sehr leicht möglich gewesen ist.

Das Thatsächliche an der Theorie von Thury ist mit der Einschränkung, dass das Alter des Eies nicht das allein massgebende ist, richtig; die Erklärung indessen, welche er für diese Erscheinungen aufstellt, wird man wohl kaum annehmen können. Er hält das männliche aus ältern Eiern hervorgehende Geschlecht für das weiter entwickelte, das weibliche aus jüngern Eiern entstehende aber für das mehr rudimentäre. Es kann nicht angenommen werden, dass dies richtig sei, denn so lange das befruchtungsbedürftige Ei nicht befruchtet ist, entwickelt es sich auch nicht. Das ältere zum männlichen Geschlecht neigende Ei kann daher nicht als etwas weiter entwickeltes und das jüngere nicht als etwas rudimentäres angesehen werden. Ein Ei kann nach der Ablösung auch nicht für unreifer gelten als später. Auch müsste gesagt sein, was man unter „reif" versteht. Mit demselben Recht könnte man auch umgekehrt behaupten, das Ei wäre sofort nach der Ablösung reif d. h. befruchtungsfähig, es verlöre aber nach und nach seine Entwickelungsfähigkeit und man müsse daher das männliche aus ältern Eiern hervorgehende Geschlecht als etwas weniger vollkommenes ansehen.

---

[1]) Schmidt's Jahrbücher d. ges. Med. 187, pag. 156.

Henschel und Schelver haben nach Gärtner[1]) ähnliches für Blüthen behauptet. Sie sehen die weibliche Blume bei getrennten Geschlechtern für die vollkommnere, die männliche aber für die unreifere an. Gärtner aber meint mit Recht, wenn dies auch bei einzelnen Fällen zutreffend sein könnte, so dürfe diese Ansicht doch auf Allgemeinheit keinen Anspruch machen.

Thury ging bei seinen Betrachtungen von der durch Knight gemachten Beobachtung aus, dass sich bei Pflanzen infolge stärkerer Belichtung und Erwärmung mehr männliche Blüthen bilden. Er glaubte dies als eine durch Licht und Wärme herbeigeführte Weiterentwickelung erklären zu können. Knight hatte indessen ebenfalls die Beobachtung gemacht, dass gute Düngung eine Ueberproduktion von weiblichen Individuen herbeiführt. (Diese Erscheinungen werden erst später genauer erörtert werden können.) Nach Thury müsste sich also das Geschlecht bei guter Ernährung nur unvollkommen d. h. weiblich ausbilden können.

Zu der entgegengesetzten Ansicht scheint F. Simon[2]) gekommen zu sein; denn er sagt: „Eine Verstärkung oder Schwächung der Assimilationsthätigkeit wird auf den Grad der Ausbildung der Zeugungsstoffe von Wirkung sein und eine stärkere oder schwächere Entwickelung derselben herbeiführen.“ Nachdem er als Beispiel die Produktion von Weibchen im Ueberfluss und von Männchen im Mangel bei den Cladoceren und Aphiden angeführt hat, fährt er fort: „Diese Thatsachen lehren, dass die Veränderung der Assimilation schon auf die Zeugungsstoffe der noch im Ei befindlichen Generation einwirken kann, und zwar so, dass ein Herabdrücken ihrer Energie an Stelle der weiblichen Sexualelemente die Ausbildung männlicher veranlasst.“ Er scheint also umgekehrt wie Thury das männliche für das schwächer, das weibliche für das weiter entwickelte zu halten.

Die Frage, welches von den beiden Geschlechtern das weiter entwickelte ist, bleibt besser unberührt. Es sollen hier keine Theorien über das „Wesen“ und den „Character“ der beiden Geschlechter aufgestellt werden. Die Entstehung des Geschlechtes ist noch nicht physikalisch zu erklären, sondern zunächst ist es nöthig zu zeigen, dass auch in bezug auf die Production der beiden Geschlechter nützliche Eigenschaften massgebend sind. —

Es muss hier ein kleiner Excurs gestattet werden. His[3])

[1]) Gärtner, Beiträge zur Kenntniss der Befruchtung pag. 66.
[2]) Dissertation Jena 1883, pag. 54.
[3]) Anatomie menschlicher Embryonen, I, pag. 166, u. II pag. 74.

hat nämlich die Theorie aufgestellt, dass die menschlichen Eier nur im obersten Teile der Tuba von dem dort vorrätigen Sperma befruchtet werden können. Durch Coste[1]), His[2]), und Oellacher[3]) ist ferner nachgewiesen worden, dass der Keim eines den Eileiter unbefruchtet durchwandernden Eies sich erheblich verändert. Coste hat gezeigt, dass das Ei nach Verlassen der obersten Abschnitte des Eileiters nicht mehr befruchtungsfähig ist.

Wenn die Theorie von His, dass das Ei stets sofort nach Verlassen des Ovariums befruchtet wird, richtig ist, so scheint es, dass eine Verzögerung der Befruchtung überhaupt niemals eintreten kann.

Dass das Ei sich nach und nach verändert z. B. auch in bezug auf seine geschlechtsbestimmende Tendenz ist sehr natürlich. Dass das Hühnerei in einzelnen Fällen seine Befruchtungsfähigkeit sehr rasch verlieren kann, ist denkbar; dass es diese aber nicht sofort verlieren muss, zeigen unter andern die Experimente von Albini. Hier wurden Eier, welche schon ca. 12—15 Tage alt waren noch befruchtet. Wenn auch diese Zahl als zu hoch sich herausstellen sollte, so geht doch aus den Experimenten hervor, dass das Ei noch spät nach der Ablösung befruchtet werden kann, dass also die auf nur wenige Thatsachen gegründete Meinung von His nicht zutreffend sein kann. Es lassen sich auch andere Thatsachen gegen diese Theorie anführen, wie z. B. der Fall von Hensen, in dem die Frau, welche einen 3—3½ wöchentlichen Embryo ausstiess, drei Wochen vorher ihre Periode gehabt hatte. Die Unvereinbarkeit dieses Falles und anderer mit seiner Theorie erkennt His sogar selbst an[4]).

Die Ansicht von His ist aber eine solche, welche sofort als unhaltbar aufgegeben werden muss, wenn nur ein einziger Fall dagegen spricht.

---

[1]) Coste, Hist. gen. etc., Bd. II pag. 76 etc. Citiert von His.

[2]) His, Entw. d. Hühnchens pag. 14.

His zeigt hier, dass er an unbefruchtet gelegten Eiern einige Veränderungen gefunden habe. Dass solche nicht mehr befruchtungsfähig sind, ist wohl unzweifelhaft. Wann aber diese Veränderungen eintreten, hat er nicht näher festgestellt. Es müsste der Beweis geliefert werden, dass sie sehr rasch nach dem Verlassen des Ovariums eintreten.

[3]) Oellacher, Zeitschrift für wiss. Zoologie XXII: Die Veränderungen des unbefruchteten Keimes des Hühnereies im Eileiter.

[4]) Anatomie der menschlichen Embryonen I pag. 168.

Sowie nur ein einziges Mal ein Ei später befruchtet wurde als der Zeit seines Verweilens im obersten Teile der Tuba entspricht, so ist damit bewiesen, dass das Ei später befruchtet werden kann und damit fällt die Theorie.

Dass His seine Theorie in so vielen Fällen bestätigt fand (unter 16 ausgesuchten Fällen stimmen 12)[1]) ist leicht einzusehen. Bei der Mehrzahl derjenigen, welche in Gebärhäusern niederkommen oder welche überhaupt einer ärtzlichen Untersuchung zugänglich sind, findet eine so häufige Cohabitation statt, dass wohl stets Sperma in den Ampullen vorrätig sein wird, welches ja wochenlang lebenskräftig bleiben kann. Daher ist bei solchen Frauen die Wahrscheinlichkeit sehr gross, dass das Ei schon im obersten Teile der Tube befruchtet wird. — Als allgemeingültig kann dies aber wohl nicht angesehen werden.

Gegen Schluss seiner Deductionen scheint His angesichts der vielen widersprechenden Thatsachen kein grosses Vertrauen zu seiner Theorie zu zeigen, indem er auch andere Erklärungsmöglichkeiten als berechtigt zulässt; denn er sagt[2]):

„Eines nur scheint mir zu betonen:

Entweder ist die Lebensdauer der menschlichen Spermatozoen noch weit grösser anzuschlagen, als man sie bis dahin geschätzt hat,

oder das menschliche Ei bewahrt Allem, was wir sonst über die Ei-veränderungen bei Tieren wissen, zum Trotz, seine Befruchtungsfähigkeit selbst in den tiefen Leitungswegen bez. selbst im Uterus,

oder endlich unsere Vorstellungen von der Ovulation bedürfen einer eingreifenden Correction.

Unter diesen drei Möglichkeiten scheint mir die erste immer noch die weitaus wahrscheinlichste.“

Die bereits erwähnten Versuche von Albini aber zeigen, dass die Annahme einer sehr grossen Lebensdauer der Spermatozoen nicht genügt, um die Zeit der Geburt respective der Eiablage zu erklären; denn es wurden nach langer Trennung des Huhnes vom Hahn sehr bald nämlich schon drei bis sechs Tage nach der ersten Begattung wieder befruchtete Eier gelegt. Zur Zeit der Befruchtung mussten diese also bereits ein verhältnissmässig hohes Alter haben.

---

[1]) l. c. II. Band, pag. 73.

[2]) Anatomie menschlicher Embryonen II, pag. 84.

Doch selbst angenommen die Theorie von His sei in ihrer ganzen Schroffheit richtig, so ist doch unzweifelhaft, dass die Befruchtungsfähigkeit des Eies nicht etwa nur einen Moment, sondern stets eine gewisse Zeit dauert. Der Ort, wo die Befruchtung stattfindet ist hierbei gleichgültig. Bei starker Beanspruchung wird das Ei in den Tuben sogleich Sperma vorfinden und jung befruchtet werden. Bei geringerer Inanspruchnahme wird dies nicht oder weniger oft der Fall sein. Auch eine Cohabitation, die eine gewisse wenn auch sehr kurze Zeit nach der Ablösung des Eies stattfindet, wird noch fruchtbar sein können. Also selbst wenn die Befruchtung nur in den Tuben stattfände wird dieselbe doch für das eine Ei früher als für das andere eintreten können. Es kann also sehr wohl eine mehr oder weniger starke Verzögerung der Befruchtung beim Eie eintreten.

Endlich ist die dritte Möglichkeit, welche His zulässt, nämlich die dass „unsere Vorstellungen von der Ovulation einer eingreifenden Correction bedürfen“ von Leopold[1]) als zutreffend bewiesen. Dieser Forscher hat durch eingehende Untersuchungen gezeigt, dass die Loslösung der Eier zu jeder Zeit stattfinden kann. Die Befruchtung wird also ebenfalls zu jeder Zeit eintreten können. Die Mehrzahl der Ei-loslösungen wird allerdings zur Zeit der Menstruation stattfinden, da beide Erscheinungen in Beziehung zu einander stehen. Wenn dies auch bei Tieren der Fall ist, so wird bei verzögerter Beanspruchung nach der Brunst im allgemeinen ein älteres Ei befruchtet werden. Unter Umständen kann dies jedoch auch mit einem jüngeren der Fall sein. Also auch aus diesem Umstand erklärt sich, warum bei verzögerter Deckung der Tiere nicht etwa ausschliesslich Männchen, sondern nur ein gewisser Überschuss derselben erzeugt wird.

d. Arrenotokie.

Der denkbar extremste Fall einer verzögerten Befruchtung des Eies tritt dann ein, wenn das Ei, das befruchtungsfähig ist und unter normalen Verhältnissen auch befruchtet worden wäre, in Folge eines Mangels an Männchen oder eines zufälligen dem entsprechenden Umstandes gar nicht befruchtet wird. Die Wirkung dieses extremsten Männchenmangels ist auch das Extrem des Sexualverhältnisses, d. h. aus diesen Eiern gehen nur Männchen hervor.

---

[1]) Archiv f. Gynaekologie XXI pag. 347.
Untersuchungen über Menstr. und Ovulation.

Die auffallendsten Beispiele finden wir bei den Arthropoden. Die Weibchen, welche unter normalen Verhältnissen befruchtet werden, produzieren, wenn sie in Folge eines Mangels an Männchen nicht befruchtet werden, nur männliche Individuen. Eine zufällige Nichtbefruchtung bewirkt natürlich dasselbe. Hat z. B. die Bienenkönigin [1]) nur mangelhafte Flügel und kann daher nicht im Flug begattet werden, oder hat sie im Alter ihren vorrätigen Samen erschöpft, oder ist ihr Receptaculum zufällig oder absichtlich verletzt [2]) oder sind endlich die Samenfäden durch Frost getötet worden [3]), so legt sie unbefruchtete Eier, aus denen nur männliche Individuen hervorgehen. Dasselbe zeigt sich, wenn die unbefruchteten Arbeiter Eier legen. Die Bienenkönigin soll sogar so empfindlich gegen einen Mangel an Männchen sein, dass sie bei künstlich verzögerter Befruchtung mehr Männchen, dagegen bei frühzeitiger Begattung, was ein Zeichen von Überfluss an Männchen ist, fast nur weibliche Nachkommen produziert [4]).

Ähnliches ist von Siebold für viele Vespiden constatiert. Das im Herbst befruchtete Weibchen legt im nächsten Frühjahr Eier, aus denen Arbeiter hervorgehen (von Siebold kleine Weibchen genannt). Die grösseren derselben können sich an der Ei-ablage beteiligen. In Folge des gänzlichen Mangels an Männchen aber legen sie unbefruchtete Eier, aus denen nur männliche Individuen hervorgehen. Für Polistes gallica [5]) hat Siebold dies festgestellt. Dasselbe scheint aber auch bei Vespa holsatica und Vespa britannica [6]) der Fall zu sein.

Hier zeigt sich auch, dass die Schwankungen des Sexualverhältnisses bei niederen Tieren viel bedeutender sind als bei höheren.

---

[1]) Siebold, Wahre Parthenogenesis bei Schmetterlingen und Bienen 1856 Leipzig.

[2]) Berlepsch, Eichstätter Bienenzeitung 1855, No. 7, pag. 78.

[3]) Drierzon: Bienenzeitung 1854 pag. 252 und Berlepsch, l. c. 1855 pag. 80. Citiert von Siebold.

[4]) Zuerst von Huber beobachtet: Burdach Physiologie I. Bd. pag. 589.

Thury, La Production des Sexes, pag. 14.

Pagenstechers Kritik zu dieser Schrift pag. 38.

[5]) Siebold, Über die Parthenogenesis der Polistes gallica. Zeitschrift f. wiss. Zool. 1870, XX.

Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden Leipzig 1871 I Über die bei Polistes wahrzunehmende Parthenogenesis.

[6]) l. c. II Parthenogenesis bei Vespa holsatica.

Beim Menschen sahen wir immer nur einen gewissen Überschuss des einen Geschlechtes auftreten, hier indessen zeigt sich unter bestimmten Umständen die ausschliessliche Production von Männchen.

Siebold stellte ferner mit Nematus ventricosus, deren Larven auf Johannis- und Stachelbeersträuchern leben, Versuche an, um die Wirkung der Befruchtung und der Verhinderung derselben zu erforschen. Die Tabellen geben seine Resultate wieder:

Befruchtete Eier

Versuch	Jahreszeit	Geschlecht	♀ zu 100 ♂
1	Anfang Juni	136 ♂ und 19 ♀	14 ♀
2	Mitte „	86 ♂ „ 66 ♀	77 ♀
3	Ende „	215 ♂ „ 579 ♀	269 ♀
4	Anfang August	60 ♂ „ 6 ♀	10 ♀
5	Ende Juli	24 ♂ „ 65 ♀	271 ♀
6	August	4 ♂ „ 14 ♀	340 ♀
7	Ende August	2 ♂ „ 10 ♀	500 ♀
8	Anfang September	65 ♂ „ 64 ♀	100 ♀
9	September	1 ♂ „ 8 ♀	
10	Ende „	— —	

Unbefruchtete Eier

Versuch	Jahreszeit	Geschlecht
11	Ende Juni	69 ♂ —
12	Anfang Juli	251 ♂ —
13	Juli	493 ♂ u. 2 ♀
14	Juli	265 ♂ u. 2 ♀
15	Juli	374 ♂ u. 8 ♀
16	Anfang August	168 ♂ u. 1 ♀
17	Ende August	1 ♂ —
18	Anfang October	— —

Die Zahlen beweisen, dass der künstliche anomale Mangel an Männchen wie er bei den unbefruchteten Eiern hergestellt wurde, eine fast ausschliessliche Production von Männchen bewirkte [1]).

Dasselbe gilt nach Bertkau für Nematus pavidus [2]).

Weitere Beispiele sollen später den Unterschied zwischen der Arrenotokie und der Thelytokie und den ihrer Ursachen zeigen. —

Es wird gewöhnlich angenommen, dass sich beim Menschen zur Menstruationszeit ein Ei ablöst. Auch selbst für den Fall,

[1]) Siebold, Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden III Parth. bei Nematus ventricosus pag. 106—130.

[2]) Archiv für Naturg. 41. Jahrg. II, pag. 200.

dass dies wirklich mit einer so grossen Regelmässigkeit einträte, wurde früher gezeigt, dass eine stärkere Beanspruchung der Frauen eine Befruchtung jüngerer Eier zur Folge hat. Schon durch diesen Umstand könnte die Mehrgeburt von weiblichen Individuen bei stärkerer Inanspruchnahme zurückgeführt werden auf die Wirkung des Alters des Eies bei der Befruchtung.

Indessen scheint die Ovulation nicht mit einer so constanten Regelmässigkeit vor sich zu gehen. Das Vorkommen von Mehrgeburten beweist, dass die Zahl der sich ablösenden Eier eine sehr wechselnde sein kann. Aus dem einen Ovarium können sogar mehrere austreten, während das andere kein einziges absondert; denn bei Zwillingsgeburten werden oft beide corpora lutea in einem Ovarium gefunden. Es sind daher auch Fälle bekannt, wo eine Frau mit einem Eierstock Zwillinge verschiedenen Geschlechtes gebar[1]). Wenn nun die Ovulation unregelmässig stattfindet und, wie sich zeigen wird, durch Einwirkungen beeinflusst werden kann, so werden die Eier schon bei ihrer Ablösung ein verschiedenes Alter haben, sie sind bald jünger bald älter.

Wie aus den umfassenden Arbeiten von Meckel von Hemsbach[2]), Sickel[3]), Dessauer[4]), Wappäus[5]), Neefe[6]) und andern hervorgeht, schwankt die Zahl der Mehrgeburten zwischen 1 und 2%.

Bei Beurteilung dieses geringen Prozentsatzes muss man indessen wohl bedenken, dass doch auch dann häufig mehrere Eier abgehen werden, wenn überhaupt gar keine Copulation stattgefunden hat, dass ferner oft, vielleicht sogar meistens nur eins von den abgesonderten Eiern befruchtet werden kann; denn es ist ja bekannt wie häufig der Geschlechtsact vollzogen wird, ohne dass er eine Befruchtung des Eies zur Folge gehabt hätte. Aus diesen

---

[1]) Meckels Archiv, V, 1819, pag. 436. Granville, Über eine Missbildung etc.

[2]) Müller's Archiv für Physiologie 1850 pag. 234.
Meckel, Über die Verhältnisse des Geschlechtes etc.

[3]) Schmidt's Jahrbücher d. ges. Med. 104 pag. 109, Sickel, Bericht über die Gebäranstalten etc.

[4]) Mon. Bl. f. med. Stat. 7, 1859 Dessauer, Zur Statistik der mehrfachen Geburten.

[5]) Bevölkerungsstatistik.

[6]) Hildebrand's Jahrb. f. Nationalök. und Statistik, Jena, B. 28, pag. 168.
Zur Statistik der Mehrgeburten.

Gründen ist die Vermutung berechtigt, dass die gleichzeitige Absonderung von mehreren Eiern häufiger stattfindet, als man bisher angenommen hat.

Wenn aber bald ein bald mehrere Eier abgestossen werden, so wird dies nicht Werk eines Zufalls, sondern die Wirkung einer Ursache sein. Diese beeinflusst die Ovulation und damit auch das Alter der Eier. Trotzdem bis jetzt nur sehr wenig auf diese Erscheinungen geachtet worden ist, so lassen sich doch schon einige Thatsachen anführen, dass die Ovulation von verschiedenen Einwirkungen abhängig ist.

So scheint die geschlechtliche Anregung von grossem Einfluss zu sein. Es kann als Thatsache betrachtet werden, dass diese den Eintritt der Geschlechtsreife beschleunigt, z. B. stellt sich die erste Menstruation bei den Städterinnen früher ein als bei den Bäuerinnen, nicht infolge der bessern Ernährung und geringeren körperlichen Anstrengung, sondern jedenfalls auch infolge der nervösen Einwirkung. Nach Theopold[1]) sollen sogar nur erotisch erregbare Weiber fruchtbar sein. Bei ältern Erstgebärenden wird wahrscheinlich die Geschlechtsthätigkeit, also die Ovulation infolge des scheinbaren, aber fühlbaren Mangels an männlichen Individuen vielleicht infolge von mangelnder geschlechtlicher Anregung herabgesetzt sein. Bei diesen würden also schon bei der Ablösung die Eier älter sein, als wenn die Ovulation etwas rascher vor sich ging. Auf dieses grössere Alter der Eier lässt sich vielleicht die Mehrgeburt von Knaben bei älteren Erstgebärenden zurückführen.

Es ist bekannt, dass Fabrikmädchen sehr früh geschlechtlich reif werden. Namentlich soll dies bei denjenigen stattfinden, welche in heissen Räumen arbeiten, so dass man der Wärme eine eben solche Einwirkung zuschreiben muss. Damit in Übereinstimmung steht die Thatsache, dass in heissen Klimaten die Ovulation früher eintritt. Die Conceptionscapacität wächst im Sommer. Es ist dies nicht anders denkbar, als dass sich infolge der Einwirkung der Wärme etwas mehr Eier ablösen. Auch die Ernährung muss einen solchen Einfluss ausüben auf die Zahl der sich ablösenden Eier, wenigstens weist darauf die grössere Fruchtbarkeit der Tiere im Überfluss hin. Tiere in der Gefangenschaft üben den Coitus aus, aber selten folgt eine Befruchtung. Da dieselben genügende Nahrung und Wärme erhalten,

[1]) Schmidt's Jahrb. d. ges. Med. 165, pag. 252. Über befruchtende Begattung.

so darf man auch hier wohl an eine Einwirkung auf die Ei-absonderung mit Hülfe des Nervensystems denken. Es sind Fälle bekannt, wo zwei Ehegatten ohne Kinder blieben und nach der Scheidung und Wiederverheiratung erwiesen sich beide als fruchtbar. Da der Mann einen Erben wünschte, so bleibt keine andere Erklärungsmöglichkeit, als dass die Ovulation nicht stattfand. Man kann daran denken, dass eine Abstumpfung gegen den Geschlechtsact vielleicht auch infolge einer persönlichen Abneigung die Nerventhätigkeit verhindert. Eine solche Abstumpfung und damit verbunden eine relative Unfruchtbarkeit findet sich auch bei den Prostituierten.

Wenn verwandte Tiere sich begatten, so ist die Zahl der Jungen eine geringere als gewöhnlich. Später soll durch eine Anzahl Thatsachen gezeigt werden, dass viele Tiere die Eigenschaft haben, instinctiv Inzucht zu vermeiden; so ist z. B. beobachtet worden, dass ein Weibchen sich nicht von dem verwandten Männchen begatten lassen wollte, während es dies sofort mit einem fremden that. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass die Verminderung der Fruchtbarkeit auf eine verringerte Ovulation und diese auf eine Einwirkung des Nervensystems infolge der instinctiven Abneigung zurückzuführen sei.

Nach Nathusius[1]) produzierte ein durch Inzucht erhaltenes Schwein mit seinem eigenen Onkel (der mit Sauen von andern Rassen als productiv bekannt war) Würfe von 5—6 Jungen. Er paarte dieses Schwein, welches zu der grossen Yorkshire-Rasse gehörte, mit einem Eber einer kleinen schwarzen Rasse, der mit Weibchen seiner eigenen Rasse 7—6 Junge zeugte; nun ergab das Schwein einen Wurf von 21 und später einen solchen von 18 Jungen.

Dasselbe fand Crampe[2]) bei seinen Zuchtversuchen mit der Wanderratte (Mus decumanus), wie aus folgender Übersicht leicht zu ersehen ist.

„Die in Blutschande gezüchteten Weibchen B und D lieferten mit

	Würfe	Nachkommen	Durchschnitt
Männchen ihrer eigenen Familie	114	646	5,6
„ der andern „	9	70	7,7
Mischlingsmännchen	271	1787	6,5

[1]) Über Rindvieh pag. 78.

[2]) Landwirtschaftliche Jahrbücher 1883, pag. 418 und 421.

„Ferner lieferten die aus Kreuzung der Familien B und D hervorgegangenen Weibchen mit

	Würfe	Nachkommen	Durchschnitt
ihren Brüdern	17	120	7
ihren Vätern	22	150	6,8
Mischlingsmännchen . .	13	95	7,3

„Endlich erzeugten Weibchen

im ersten Wurfe 6,5 Junge von verwandten Männchen
„ zweiten „ 7,8 „ „ „ „
8,3 „ „ Mischlingsmännchen.“

Diese Thatsachen scheinen zur Genüge zu beweisen, dass die Stärke des Wurfes, also die Zahl der befruchteten Eier von dem Verwandtschaftsgrad der Erzeuger abhängig ist und zwar liegt die Vermutung nahe, dass die Abneigung mit Hülfe des Nervensystems die Ovulation vermindert, dass diese also nicht mit unveränderlicher Regelmässigkeit stattfindet, sondern auch durch diesen äusseren Umstand beeinflusst werden kann.

Die mit grosser Sorgfalt angestellten Untersuchungen von Leopold[1]) scheinen, wie erwähnt wurde, zu lehren, dass die Ovulation auch in bezug auf die Zeit nicht so vorschriftsmässig stattfindet, als man bisher annahm. Er begegnete „zu allen beliebigen Zeiten (am 5., 8., 12., 16., 18., 21., 26., 35. Tage nach Beginn der letzten Menstruation) solchen Follikeln, die sich soeben oder vor kurzem spontan geöffnet haben“[2]). Seine Untersuchungen führen ihn zu folgendem Resultat[3]): „Häufen sich derartige Beispiele noch mehr an, so würde sich das Abhängigkeitsverhältniss von Menstruation und Ovulation so ausdrücken lassen, dass reife Follikel zu jeder Zeit bersten können; dass dem entsprechend die Corpora lutea typische oder atypische sind; dass aber sowohl Menstruation ohne Ovulation, als auch Ovulation ohne Menstruation vorkommen kann.“ Beides findet also weit unregelmässiger statt als bisher angenommen wurde. Diese Schwankungen sind wohl kaum reine Zufälligkeiten, sondern sie müssen auf meist äussere Einwirkungen zurückgeführt werden.

Obgleich die Ovulation also nicht immer genau zur Menstruationszeit eintreten muss, so stehen beide Erscheinungen doch in

---

[1]) Archiv für Gynaekologie XXI, pag. 347.
Leopold, Untersuchungen über Menstruation und Ovulation.
[2]) l. c. pag. 396.
[3]) l. c. pag. 402.

der innigsten Beziehung zu einander. Nach Pflüger[1]) wird diese vermittelt durch den Reiz, welchen das stetige Wachstum der Eier und Follikel auf die Ovarialnerven ausübt. Diese Beziehung ist nachgewiesen worden durch das fast stets eintretende Ausbleiben der Blutung nach der Castration.

Es ist bekannt, dass Schreck, Trauer, Sorgen das Unterbleiben der Menstruation herbeiführen können. Wegen der erwähnten Beziehung werden diese Momente auch einen ebensolchen oder ähnlichen Einfluss auf die Ovulation gehabt haben. Hierfür spricht z. B. die Thatsache der häufig eintretenden Sterilität der Weibchen in der Gefangenschaft. Umgekehrt kann die Menstruation auch herbeigeführt werden durch Aufregung, Fieber etc. Es fanden sich in den Protokollen mehrere Fälle, wo die erste Menstruation erst bei der Verheiratung eintrat, was in ursächlichem Zusammenhang stehen kann[2]). Die Zahl dieser Fälle wird nur eine geringe sein, weil die erste Regel meistens schon vor dem Alter eintritt, in welchem die Verheiratungen stattzufinden pflegen.

Die Ovulation ist ferner abhängig von der Rasse und von den verschiedenen Lebensverhältnissen der Bevölkerung, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht.

Der Procentsatz der Zwillingsgeburten ist nach Levy[3]) in England 1,6, Dänemark 1,3, Deutschland 1,2, Frankreich 1,1; in Würtemberg 1,4[4]); nach Berg[5]) in Schweden 1,4—1,5; nach Neefe[6]) in Preussen 1,2, in Mecklenburg 1,5, in Bayern 1,7; nach Puech[7]) in Frankreich 1,0, und zwar im Departement Garonne 0,6, in Savoyen dagegen 1,4; endlich nach Bidder und Wassily[8]) in Petersburg sogar 2,2 % Zwillingsgeburten. Das russische Volk weist also die stärkste Ovulation auf und kann darum vielleicht als das fruchtbarste angesehen werden.

---

[1]) Über die Bedeutung und Ursache der Menstruation. Untersuchungen aus dem physiologischen Institut zu Bonn 1865, Berlin, pag. 61.

[2]) Protokolle zu Dresden 1878—82.

[3]) Schmidts Jahrb. d. ges. Med. 81, pag. 326: Über Zwillingsgeb. u. ihre Behandlung. (Orig.: Hosp. Meddelelser, Bd. 5).

[4]) l. c. 185, pag. 222: Medicinalber. v. Würt. f. d. Jahr 1876.

[5]) l. c. 188, pag. 149: Über Geburten mit mehreren Früchten.

[6]) l. c. 179, pag. 187: Zur Statistik der Mehrgeburten (Auszug), ferner Jenenser Jahrb. f. Nationök. u. Stat. XV pag. 168—195 (Orig.).

[7]) l. c. 179, pag. 188: Über die Mehrgeburten in Frankreich etc.

[8]) l. c. 172, pag. 213: Aus der Gebäranstalt d. k. Erz. zu St. Petersburg.

Zum Theil sind diese Abweichungen auf die Verschiedenheit der Lebensweise zurückzuführen. Zwischen Stadt und Land hat man nämlich ebenfalls eine solche Differenz gefunden. Für Dänemark (1835—49) war die Zahl der Zwillingsgeburten in Kopenhagen nur 1,07 %, in den Handelsstädten 1,24 %, in den Landdistricten aber 1,31 %, wie Levy[1]) angiebt. In Schweden dagegen fand Berg[2]) diese Abweichung nicht. Neefe indessen kam bei seinen weit umfassenderen Untersuchungen zu demselben Resultat wie Levy. Ihm standen die Angaben der Geburten in Preussen, Sachsen, Hessen, Oldenburg, Dänemark, Norwegen für eine grosse Zahl von Jahren zu Gebote. Bei diesen zeigte sich ohne Ausnahme, dass die Mehrgeburten in den Landgemeinden häufiger waren als in den Stadtgemeinden. Ferner fand er als eine weitere Bestätigung hierzu, dass dieselben in den grösseren Städten Preussens etwas seltener als in den kleineren waren.

Die Häufigkeit der Mehrgeburten scheint auch noch mit anderen Umständen sich ändern zu können. Neefe fand, dass sie mit der Häufigkeit der Geburten überhaupt steigt und fällt. Nimmt in einem Staat die Zahl der Geburten verhältnissmässig zu, so nimmt die Häufigkeit der Mehrgeburten noch mehr zu. Diese Gesetzmässigkeit scheint sogar für die Monate des Jahres gültig zu sein. Im Sommer werden nicht nur die meisten Kinder empfangen, sondern unter diesen finden sich später auch verhältnissmässig die meisten Mehrgeburten. Damit in Übereinstimmung steht, dass die Conceptionscapacität im Sommer am grössten ist, wie ich bereits angeführt habe.

Ferner steht die Zahl der Zwillinge in Beziehung zum Alter der Mutter. Vinc. Goehlert[3]) fand die meisten Zwillinge bei einem Alter des Vaters von 31 bis 40 Jahren und einem Alter der Mutter von 26 bis 35 Jahren. Hecker[4]) fand Zwillinge häufiger bei Mehrgebärenden als bei Erstgebärenden. Nach Neefe liegt das Maximum von Mehrgeburten bei einem Alter der Mutter von 31 bis 35 Jahren. Die Ovulation muss also in diesen Jahren stärker vor sich gehen als in den früheren und späteren.

Wenn auch die Möglichkeit vorhanden ist, dass die eine oder

---

[1]) Schmidts Jahrb. d. ges. Med. 81, pag. 326: Über Zwillingsgeb. u. ihre Behandlung. (Orig.: Hosp. Meddelelser, Bd. 5).

[2]) l. c. 188, pag. 149: Über Geburten mit mehreren Früchten.

[3]) l. c. 184, pag. 76: Die Zwillinge. (Ref.). Ferner in Virchow's Arch. LXXVI pag. 459. (Orig.).

[4]) l. c. 189, pag. 292: Über mehrfache Geburten.

andere dieser Vermutungen noch modifiziert werden muss, so wird man doch auf Grund der angeführten Thatsachen annehmen können, dass auch die Ovulation ebenso wie die Spermaproduction von äussern Einwirkungen beeinflusst wird. Wenn z. B. die Ovulation durch geschlechtliche Anregung beschleunigt wird, so werden die sich ablösenden Eier jünger als im normalen Zustand sein. Ebenso wie ein stark beanspruchtes Männchen mit relativ jungem Sperma befruchtet, ebenso sind auch die Eier eines mehr angeregten, stärker in Anspruch genommenen weiblichen Individuums schon bei ihrer Lösung jünger, als dies durchschnittlich der Fall ist. — Also selbst angenommen, die Theorie von His sei richtig, und es würden alle Eier sofort nach dem Austritt aus dem Ovarium befruchtet, so können diese dennoch bei ihrer Befruchtung ein verschiedenes Alter haben.

Aller Wahrscheinlichkeit nach kommen beide Momente in Betracht. Bei der Ablösung ist das Alter der Eier nicht genau dasselbe und die Befruchtung findet nicht unbedingt zu genau derselben Zeit statt. Beides schwankt um einen Mittelwert. Die Eier haben also bei ihrer Befruchtung ein verschiedenes Alter. Diese Verschiedenheit kann, wie wir gesehen haben, durch mannigfaltige Umstände herbeigeführt werden. Stets aber bewirkt ein höheres Alter des Eies bei der Befruchtung eine Mehrgeburt von männlichen, ein geringeres Alter dagegen eine Mehrproduction von weiblichen Individuen.

e. Pflanzen.

Wie im Anfang der Arbeit bereits gesagt wurde, ist auch bei Pflanzen das Sexualverhältniss ein ganz bestimmtes. Den Beweis hierfür hat Heyer geliefert, welcher bei einer Zählung von 21 000 Pflanzen der diöcischen Mercurialis annua das Sexualverhältniss der einzelnen Tausend um das Mittel 100 : 105,86 schwankend fand. Er raufte nämlich an den verschiedensten Standorten je 1000 Pflanzen aus und zählte dann die männlichen und weiblichen Pflanzen. Das Verhältniss ist ähnlich demjenigen, welches für den Menschen gilt. Um die Constanz des Verhältnisses und die Ähnlichkeit mit demjenigen der Menschen zu zeigen, ist es nötig, die von Heyer aufgestellte Tabelle wiederzugeben.

Geschlechtsverhältniss

bei Mercurialis annua

No. des Tausend	♀	♂	Verhältniss
1	483	517	107,0
2	505	495	98,0
3	462	538	116,4
4	450	550	122,2
5	487	513	105,3
6	512	488	95,3
7	451	549	121,7
8	480	520	108,3
9	482	518	107,5
10	492	508	103,2
11	491	509	103,7
12	505	495	98,0
13	482	518	107,5
14	518	482	93,0
15	491	509	103,7
16	490	510	104,1
17	491	509	103,7
18	493	507	102,8
19	473	527	114,4
20	488	512	104,9
21	475	525	110,5
Summe	10 201	10 799	105,86

beim Menschen

Die im Jahre 1875 Lebendgeborenen (eheliche und uneheliche) der Oberpfalz

Monat	♀	♂	Verhältniss
Januar	992	959	96,7
Februar	935	951	101,7
März	909	967	106,3
April	951	911	95,7
Mai	887	1022	115,2
Juni	885	935	105,6
Juli	911	922	101,2
August	864	945	109,3
September	862	928	107,6
October	901	998	110,7
November	795	958	120,5
December	886	981	110,7
Summe	10 778	11 477	106,48

Bei den Geburten sind die Extreme 120,5 und 95,7, die grösste Differenz also 24,8; bei Mercurialis annua betragen die Extreme 122,2 und 93,0, die grösste Differenz ist also 29,2. Die mittlere Oscillation um den Gesammtdurchschnitt beträgt (nach meiner Berechnung auf Grund der Tabelle von Heyer) bei den Geburten 5,566 und bei Mercurialis 5,542. Warum diese Abweichungen so gering sind und ferner, dass sie der Theorie entsprechen, wird später gezeigt werden.

Die meisten Pflanzen tragen hermaphroditische Blüten. Das Sexualverhältniss ist also bei ihnen ein ganz bestimmtes, aber es bedarf keiner Regulierung, da sich beide Teile nebeneinander ausbilden.

Wenn, wie gezeigt wurde, bei diöcischen Pflanzen das Sexualverhältniss ein bestimmtes ist, so kann auch bei ihnen diese Constanz nur mit Hülfe einer Regulierung aufrecht erhalten werden.

Da die meisten Blüten hermaphroditisch sind und also im

Pflanzenreiche die Geschlechtsverschiedenheit nicht die grosse Rolle wie im Tierreich spielt, so sind auch die Versuche über die Entstehung des Geschlechtes weit weniger zahlreich.

Theoretisch kann man sich eine Regulierung etwa folgendermassen vorstellen. Der Einfachheit wegen denke man sich eine streng diöcische Pflanze (z. B. Mercurialis annua, das Bingelkraut).

Angenommen auf einem Gebiet befände sich eine einzige weibliche Pflanze, während alle übrigen männlich wären. Unter diesen Umständen ist die Wahrscheinlichkeit für dieses Weibchen, sofort nach Beginn der Conceptionsfähigkeit befruchtet zu werden, ungeheuer gross. Ähnliches, wenn auch nicht in so extremen Masse, findet statt, wenn die männlichen Individuen sich in grösserer als normaler Zahl vorfinden. Das Ei wird alsdann frühzeitig befruchtet und zwar infolge eines Mangels an weiblichen Individuen.

Umgekehrt denke man sich, auf einem Platze stände eine einzige männliche Pflanze in der Umgebung von nur weiblichen. Es ist klar, dass der Pollen, mag er durch den Wind oder durch Insecten verbreitet werden, sehr bald, also relativ jung auf eine der vielen Narben gelangen wird. Die Zeit, welche verfliesst, bis er zur Befruchtung gelangt, wird kurz sein, wenn ein Überschuss von weiblichen Individuen herrscht. Bei Mangel an Männchen ist es also der Pollen, welcher jung zur Befruchtung gelangt.

In beiden Fällen werden, wie bei Tieren, die jungen Geschlechtsproducte tendieren, das eigene Geschlecht auszubilden.

Im ersten Falle, bei grossem Überschuss an Männchen, war hingegen der Pollen alt; denn bei Mangel an Weibchen legt der durch den Wind oder durch Insecten transportierte Pollen einen längern Weg zurück, ehe er auf das eine Weibchen gelangt, als dann, wenn viele Weibchen vorhanden sind.

Im letzteren Falle dagegen werden die Eizellen relativ spät befruchtet; denn während bei grossem Überschuss von Männchen die Weibchen sofort von dem vielen stets vorrätigen Pollen befruchtet werden, müssen sie bei Mangel an solchen so lange warten, bis eins von den wenigen männlichen Elementen sie befruchtet. Es würde also nützlich sein, wenn alte Eier zum männlichen Geschlecht, alter Pollen dagegen zum weiblichen neigt.

Wir wären also auch hier wieder zu dem theoretischen Resultat gelangt, dass junge Geschlechtsproducte zum eigenen, ältere dagegen zum entgegengesetzten Geschlecht neigen.

Bald wird der Same früher, bald später befruchtet, bald geschieht dies durch jüngern, bald durch älteren Pollen und zwar ist beides abhängig von der Zahl der vorhandenen männlichen und weiblichen Individuen. Das Alter der Geschlechtsproducte schwankt also mit dem Verhältniss der beiden Geschlechter um ein für jede Pflanze bestimmtes Mittel. In der Natur findet man auch stets, dass die beiden Geschlechter der zweihäusigen Pflanzen mehr oder weniger durcheinander wachsen. Schon aus dieser einfachen, stets zu beobachtenden Thatsache geht hervor, dass die Natur irgend ein Mittel haben muss, um einen Mangel des einen Geschlechtes zu verhüten. Ohne Regulierung ist die Aufrechthaltung des Sexualverhältnisses undenkbar.

Experimente über den Einfluss des Alters der Geschlechtsproducte bei Pflanzen hat Hoffmann[1]) angestellt. Er hat sich durch diese umfangreichen Versuche grosse Verdienste erworben. Leider hat er, wie schon Heyer[2]) nachgewiesen hat, einige Fehler bei der statistischen Berechnung seiner Resultate begangen. Es wird daher nötig sein — auch schon deshalb, damit man sieht, dass ich keinerlei Willkür begehe — dass ich zunächst die Resultate genau nach der Originalarbeit von Hoffmann wiedergebe, alsdann die betreffenden Verbesserungen anbringe und die Schlüsse ziehe, welche zulässig erscheinen.

I. Spinacia oleracea. Es wurde frühe und späte Befruchtung der Blüten vorgenommen. Das Sexualverhältniss der folgenden Generation ersieht man aus den Tabellen.

Frühe Befruchtung.

Topf No.	Zahl der Pflanzen ♂	♀	subfemineae
1	21	3	1
2	7	3	4
3	1	0	0
4	20	18	0
5	14	2	1
Summe	63	26	6

Späte Befruchtung.

Topf No.	Zahl der Pflanzen ♂	♀	subfemineae
1	17	13	0
2	10	4	1
3	29	10	6
Summe	56	27	7

Es wurden aber hierbei die hinter einem Tragblatt sitzenden Blüten (1—3) gleichzeitig befruchtet, trotzdem sie in ihrer Ent-

[1]) Botanische Zeitung, 1871, No. 6, pag. 81, No. 7, pag. 97. Hoffmann: Zur Geschlechtsbestimmung.

[2]) Dissertation Halle 1883. Untersuchungen über das Verhältniss des Geschlechtes bei ein- und zweihäusigen Pflanzen.

wickelung nicht parallel gehen. Ferner ist die Pflanze nicht rein eingeschlechtlich, sondern es kommen sehr häufig männliche Blüten an weiblichen Pflanzen vor, ja mitunter so viele, dass man über das Geschlecht der Gesammtpflanze kein Urteil fällen konnte. Sie sind in der Tabelle von Hoffmann als plantae subfemineae bezeichnet. Eine Selbstbefruchtung wird daher kaum vermieden. Aus diesen Gründen hält Hoffmann das Resultat, das sich aus den Tabellen ergiebt, für unmassgeblich und die Spinatpflanze zu diesen Versuchen für ungeeignet.

II. Mercurialis annua[1]).

Frühe Befruchtung

Topf No.	Zahl der Pflanzen ♂	Zahl der Pflanzen ♀
1	14	59
2	4	24
3	8	16
4	4	29
5	8	17
Summe	38	145

Späte Befruchtung

Topf No.	Zahl der Pflanzen ♂	Zahl der Pflanzen ♀
1	1	28
2	1	16
3	2	26
Summe	4	70

Zwei weitere weibliche Stöcke ergaben[2]):

Früh befruchtet 14 Männchen und 10 Weibchen
Spät „ 3 „ „ 12 „

Früh befruchtete Samen[3]) brachten 550 Pflanzen im Verhältniss von 100 ♂ zu 389 ♀. (Aus dieser Angabe habe ich berechnet, dass er 112 Männchen und 438 Weibchen erhalten hatte).

Spät befruchtete Samen brachten 241 Pflanzen im Verhältniss von 100 ♂ zu 511 ♀. (Hieraus habe ich berechnet, dass es sich um 39 Männchen und 202 Weibchen handelte).

Bei früher Befruchtung ergab sich mit frischem Pollen auf 371 Pflanzen ein Verhältniss von 100 ♂ zu 336 ♀ (d. h. 85 ♂ und 286 ♀).

Und bei eben solcher Befruchtung mit altem Pollen auf 179 Pflanzen erhielt er 100 ♂ zu 443 ♀ (d. h. 33 ♂ und 146 ♀).

Bei später Befruchtung ergab sich mit frischem Pollen auf

[1]) l. c. pag. 85.
[2]) l. c. pag. 86.
[3]) l. c. No. 7, pag. 97.

145 Pflanzen ein Verhältniss von 100 ♂ zu 437 ♀ (d. h. 27 ♂ auf 118 ♀). Und bei derselben Befruchtung mit altem Pollen auf 96 Pflanzen bekam er 100 ♂ zu 586 ♀ (d. h. 14 ♂ und 82 ♀).

Im Jahre 1868 erhielt Hoffmann aus frühbefruchteten Samen 26 ♂ und 34 ♀, aus spätbefruchteten 59 ♂ und 57 ♀.

III. Lychnis vespertina.

Frühe Bestäubung				Späte Bestäubung			
Plantage	♂	♀	Verhältniss der ♀ zu 100 ♂	Plantage	♂	♀	Verhältniss der ♀ zu 100 ♂
7	9	2	22	1	30	17	57
8	6	22	366	2	19	16	84
9	4	2	50	3	11	7	64
10	3	2	67	4	12	21	175
Mittel			161	5	24	6	25
				6	2	12	600
1	38	42	111	Mittel			168
2	76	94	123				
3	19	15	79	11	48	85	177
4	30	37	123	12	42	59	142
5	48	51	106	13	32	59	184
6	37	37	100	14	29	70	242
7	22	28	127	15	9	12	133
8	10	12	120	16	15	11	73
9	19	22	116	17	43	26	60
10	31	46	148	18	39	41	105
Mittel			115	19	42	52	124
				Mittel			138

IV. Rumex Acetosella.

Frühe Befruchtung				Späte Befruchtung			
Plantage	♂	♀	Verhältniss	Plantage	♂	♀	Verhältniss
1	13	11	85	4	53	65	123
2	20	13	65	5	38	36	95
3	27	47	174	6	20	11	55
Mittel			108	Mittel			91

Aus dieser Zahl geht Folgendes hervor.

I. Spinacia oleracea. Da der Experimentator selbst die Versuche für unmassgeblich bezeichnet und dieselben auch eine zu kleine Zahl umfassen, so werde ich nicht weiter darauf eingehen.

II. Mercurialis annua. Sämmtliche bis 1867 erhaltenen und oben angeführten Resultate geben folgende Summe:

	Frühe Befruchtung ♂	Frühe Befruchtung ♀		Späte Befruchtung ♂	Späte Befruchtung ♀
	14	59		1	28
	4	24		1	16
	8	16		2	26
	4	29		3	12
	8	17		39	202
	14	10		27	118
	112	438		14	82
	85	286	Summe	87	484
	33	146			
Summe	282	1025			

Dieses Resultat widerspricht der Theorie. Indessen sagt der Experimentator, er habe sehr viele Fehlerquellen nicht umgehen können. Im folgenden Jahre vermied er diese besser. Alsdann erhielt er aus früh befruchteten Samen 26 ♂ und 34 ♀ und aus spätbefruchteten 59 ♂ und 57 ♀. Dieses Resultat sieht auch Hoffmann als eine Bestätigung der auf die Pflanzenwelt angewandten Thury'schen Theorie an. Indessen sind diese Zahlen noch zu klein.

III. Lychnis vespertina.

Bei der statistischen Berechnung der Resultate hat Hoffmann einen Fehler begangen, wie schon Heyer nachgewiesen hat. Das Mittel muss aus der Summe der absoluten Zahlen, nicht aber aus der der Verhältnisszahlen berechnet werden. Beistehendes Beispiel mag dies erläutern.

Späte Bestäubung

Nach Hoffmann | Verbessert

Plantage	♂	♀	Verhältniss der ♀ zu 100 ♂	Plantage	♂	♀	Verhältniss der ♀ zu 100 ♂
1	30	17	57	1	30	17	57
2	19	16	84	2	19	16	84
3	11	7	64	3	11	7	64
4	12	21	175	4	12	21	175
5	24	6	25	5	24	6	25
6	2	12	600	6	2	12	600
Mittel:			168	Summe	98	79	80,6

Es ist daher besser, sich an die absoluten Zahlen zu halten. Und zwar ergiebt eine Addition der für Lychniss angegebenen Zahlen folgendes Resultat:

Frühe Bestäubung

	♂	♀
I	22	28
II	330	384
Summa	352	412

Späte Bestäubung.

	♂	♀
I	98	79
II	299	415
Summa	397	494

Diese Zahlen entsprechen nicht der Theorie von Thury.

An derselben Pflanze stellte Hoffmann auch Versuche an, um den Einfluss früherer oder späterer Befruchtung auf die Blumenfarbe zu ermitteln. Er kam zu folgenden Resultaten:

Frühe Bestäubung. Späte Bestäubung.

Rosa Blüthen kommen auf 100 weisse:

Frühe Bestäubung.

Nr.	♂	♀
1	36	20
2	46	11
3	58	36
4	150	68
5	300	410
6	184	270
7	175	180
8	100	33
9	73	83
10	343	360
Mittel:	146	147

Späte Bestäubung.

Nr.	♂	♀
11	92	18
12	75	146
13	128	74
14	38	13
15	13	71
16	50	38
17	100	44
18	70	42
19	75	57
Mittel:	71	56

Diese Zahlen bestätigen also die Thury'sche Theorie.

IV. Rumex Acetosella.

Die Hoffmann'schen Tabellen ergeben folgendes Resultat:

Frühe Bestäubung.

Plantage	♂	♀
1	13	11
2	20	13
3	27	47
Summe	60	71

Späte Bestäubung.

Plantage	♂	♀
4	53	65
5	38	36
6	20	11
Summe	111	112

Diese Zahlen sprechen für die Thury'sche Theorie. Der Ex-

perimentator selbst scheint ihr geneigt zu sein, namentlich da er in seinen ersten ihr widersprechenden Versuchen einige Fehlerquellen unberücksichtigt liess.

Wie sich zeigen wird, liegt auch noch ein anderer Grund vor, warum viele Resultate negativ ausfielen. Ich werde diesen jedoch erst im zweiten Teil der Arbeit erwähnen können.

Bernhardi[1]) stellte Versuche an mit Hanfsamen, der nach seiner Meinung unbefruchtet war. Im Ganzen erhielt er 31 weibliche und 61 männliche Pflanzen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Eizellen hier bereits älter waren, ehe sie befruchtet werden konnten, und dass in folge hiervon mehr männliche Nachkommen auftraten. —

Hoffmann hat bei Mercurialis auch die Wirkung des alten resp. frischen Pollens erforscht. Er erhielt, um das schon oben mitgeteilte Resultat kurz zu wiederholen, bei frischem Pollen 85 ♂ und 286 ♀, ferner 27 ♂ und 118 ♀, also zusammen 112 ♂ und 404 ♀ (27,7:100).

Rei Anwendung von altem Pollen dagegen erhielt er 33 ♂ und 146 ♀, ferner 14 ♂ und 82 ♀, also zusammen 47 ♂ und 228 ♀ (20,6:100).

Durch diese Zahlen wurde zum ersten Mal die Tendenz der jungen männlichen Geschlechtselemente den Embryo zum männlichen Geschlecht zu bestimmen durch Thatsachen festgestellt. Da es sich um eine beträchtliche Zahl von Pflanzen handelt, so darf man Vertrauen zu diesem Resultat haben. —

Für Pflanzen liegt also bis jetzt nur eine ziemlich kleine Zahl von Beobachtungen über die Wirkung des Alters der Geschlechtsproducte auf das Geschlecht der Nachkommen vor. In bezug auf das Alter des Eies kann man noch nicht mit Sicherheit einen Schluss ziehen. Die Resultate der Experimente sind teilweise widersprechend. Jedoch scheinen die besser angestellten Versuche dafür zu sprechen, dass bei verzögerter Befruchtung eine Mehrproduction von Männchen eintritt. Die Versuche mit verschieden altem Pollen zeigen, dass junger Pollen zum männlichen, alter zum weiblichen Geschlecht neigt, wie wir dies entsprechend bei Tieren gefunden haben.

---

[1]) Seidlitz, Die Parthenog. Leipzig 1872, pag. 16.

2. Indirecte Ursachen, die einem Mangel an Individuen aequivalent sind.

a. Mangelhafte Ernährung.

Wir hatten oben gesehen, dass bei Mangel an Individuen des einen Geschlechts diese wenigen stärker geschlechtlich in Anspruch genommen werden, wodurch ihre Geschlechtsproducte derartig umgeändert werden, dass diese Tiere mehr ihres eigenen Geschlechtes produzieren.

Ist dies aber richtig, so müssen auch alle Umstände, die von Einfluss auf die Qualität der Geschlechtsproducte sind, auch von Einfluss auf das Geschlecht der Nachkommen sein.

Eine solche Wirkung besitzt die Ernährung des Genitalsystems; je weniger Nahrung nämlich dieses empfängt, desto weniger rasch kann es den gestellten Anforderungen entsprechen.

In folge eines wirklichen Mangels an Individuen des einen Geschlechts steigen bei gleichbleibender Leistungsfähigkeit des Reproductionsapparates die Anforderungen an denselben und er ist überangestrengt.

In folge einer mangelhafteren Ernährung nimmt bei gleichbleibenden Anforderungen die Leistungsfähigkeit des Systems ab und es ist gleichfalls überangestrengt.

Eine solche starke Beanspruchung des Genitalsystems bewirkt, wie schon oben durch die Fiquet'schen Versuche bewiesen wurde, eine Mehrgeburt desselben Geschlechtes. Fiquet[1]) hat aber auch den Einfluss der Nahrung bewiesen. Eine gutgefütterte Kuh von einem hungrigen Stier bedient, ergiebt stets ein Stierkalb und umgekehrt. Es wird also hierdurch bewiesen, dass der oben angegebene Zusammenhang zwischen der Ernährung und der Leistungsfähigkeit des Genitalsystems besteht.

Bei gleich bleibender Beanspruchung kann also durch Verringerung der Nahrungszufuhr indirect eine Ueberanstrengung des Genitalsystems herbeigeführt werden. Diese hat natürlich dieselbe Wirkung, als wenn sie durch factischen Mangel an Individuen des betreffenden Geschlechtes verursacht wäre.

Ich halte es für nötig, auf die von Fiquet angestellten Ver-

---

[1]) Dr. H. Janke, Die Vorausbestimmung des Geschlechts beim Rinde.

suche etwas näher einzugehen. Auf Grund seiner Theorie fühlt er sich im Stande, das Geschlecht des Kalbes willkürlich vorher zu bestimmen, und hat dies bereits in mehr als dreissig Fällen bewiesen. Das Verfahren, welches er anwendet, ist dabei folgendes.

Wenn eine Kuh beim ersten Rindern nicht belegt wird, so rindert sie bekanntlich nach drei Wochen wieder. Fiquet lässt nun die Kuh niemals beim ersten Rindern bespringen, sondern erst beim zweiten. Er benutzt aber die dreiwöchentliche Zwischenzeit zu der Vorbereitung der Kuh für den Begattungsact. Gleichzeitig wird aber auch der Stier nur in entgegengesetzter Weise vorbereitet.

Soll z. B. ein Stierkalb geworfen werden, so füttert er die Kuh mit dem besten Kraftfutter auf das Splendideste und lässt sie während der ganzen Zwischenzeit nach dem ersten Rindern auf seinem besten Weideland. Der Stier dagegen, der sie bespringen soll, wird auf die schlechteste Weide gebracht und es werden ihm nur leichte Futtermittel vorgelegt, welche erfahrungsgemäss den Geschlechtstrieb herabstimmen. Nach drei Wochen beim zweiten Rindern hat die Geschlechtslust der Kuh den höchsten Grad erreicht, der Stier dagegen zeigt fast gar keine Neigung zum Bespringen. Wird die Kuh jetzt gedeckt, so wirft sie nach den bisherigen Versuchen von Fiquet stets ein Stierkalb.

Will er aber das umgekehrte erreichen, also ein Kuhkalb haben, so wendet er einfach das entgegengesetzte Verfahren an.

Um möglichst sicher zu gehen, vereinigt er den Einfluss der Ernährung mit dem der geschlechtlichen Beanspruchung. Soll z. B. ein Kuhkalb geworfen werden, so wird die Kuh auf leichter Weide mit geringwertigem Futter genährt und er lässt sie mit einem kastrirten früheren Sprungstiere gehen. Nachdem durch diesen und durch die schlechte Nahrung der Begattungstrieb der Kuh genügend herabgestimmt worden ist, lässt man sie beim zweiten Rindern durch einen springlustigen Stier decken, der seit langem keine Kuh mehr besprungen hat und dessen Geschlechtstrieb man seit mehreren Wochen durch das kräftigste Futter und sorgfältigste Pflege in die Höhe getrieben hat.

Nach einer solchen systematischen Vorbereitung erhielt Fiquet stets das gewünschte Kuhkalb. —

Auch wenn ein Stierkalb geworfen werden sollte, zieht er häufig den Einfluss der geschlechtlichen Beanspruchung zu hilfe, indem er den Stier, dessen Geschlechtstrieb herabgesetzt werden soll, möglichst viel Kühe bespringen lässt.

Bei der Vereinigung beider Einwirkungen liess sich das Geschlecht eines jeden Kalbes mit Bestimmtheit vorhersagen.

Die Leistungen Fiquet sind gewiss im höchsten Grade anerkennenswert. Es ist auch sehr beachtenswert, dass er in gewisser Weise ahnte, es möge auf diesem Wege wohl eine Regulierung des Geschlechtsverhältnisses stattfinden, wenn auch seine Aeusserungen hierüber sehr unklar sind.

Alle seine brieflichen Aeusserungen hierüber sind folgende:

„Das Naturgesetz[1]), welches die Geschlechtsbestimmung bei den Geburten regelt, ist mehr ein natürliches, physisches, als wie ein physiologisches Gesetz. Dies tritt so recht prägnant zu Tage, wenn durch irgend eine Kalamität ein erhebliches Missverhältniss zwischen dem einen Geschlechte im Verhältniss zu dem andern sich ergiebt. Dann kommt allemal die Natur selber zu Hilfe und stellt das ungleiche Verhältniss der Geschlechter wieder her."

Ferner sagt er in einem andern Briefe[2]):

„Dasjenige Gesetz, welches die Geschlechtsverhältnisse regelt und kontroliert, scheint ein allgemeines Naturgesetz zu sein, welches auf allen Gebieten im Naturreiche sich wirksam erweist, und dies ist das: dass, so oft eine Kraftäusserung in einem ungewohnten Grade oder in ausserordentlicher Weise ausgeführt wird, ihm sofort und unmittelbar Widerstand leistende Kräfte begegnen und sich entgegenstellen, welche genau nach der entgegengesetzten Richtung hin ihre Wirkung üben. Der diesem Naturgesetze zu Grunde liegende Gedanke lässt sich am besten durch die Gesetze der Bewegung und Ruhe, die Gegensätze von Kraft und Widerstand, von Anziehung und Abstossung und die wohlbekannten Gesetze von der Elektrizität u. s. w. veranschaulichen, denn aus meinen Experimenten in Bezug auf die Geschlechtsvorbereitung scheint in doch augenfälliger Weise die Regel ihre Bestätigung zu finden, dass als das resultierende Geschlecht bei der Nachkommenschaft unabänderlich das entgegengesetzte von dem Geschlechte des kräftiger, gesunder und geschlechtslustiger veranlagten der beiden Eltern im Augenblicke der Begattung hervorgeht.

Und schliesslich hat dies Gesetz zur selben Zeit, wo die Wissenschaft alle Winkel und Ecken des Weltalls durchstöbert hat, um ein solches zu entdecken, klar und einfach während der Zeit zu Tage gelegen. Ist es doch eine Thatsache, die in den ameri-

---

[1]) l. c. p. 30.
[2]) l. c. p. 50.

kanischen Prairien alle Tage sich beobachten lässt. Ein überangestrengter Stier erzeugt Stierkälber, während in denjenigen Gegenden, wo junge und kräftige Stiere überwiegen, auch Kuhkälber in der Mehrzahl geboren werden. Nur die grosse Einfachheit dieser so bedeutungsvollen Thatsache hat, wie es scheint, dieselbe bisher so räthselhaft erscheinen lassen, die Thatsache nämlich, dass die Natur mit Vorbedacht allemal für die Befriedigung ihrer im Haushalt notwendigen Bedürfnisse sorgt."

Endlich sagt Janke über die Entstehung der Fiquetschen Ideen [1]):

„Ein eingehenderes Studium der Geburts- und Todesstatistik bei den Lebensversicherungen hatte ihm sodann die Thatsache von der Gleichmässigkeit in den Verhältnisszahlen der beiden Geschlechter erkennen lassen. Diese Erfahrung erweckte in ihm die Betrachtung, dass möglicher Weise solch ein unschädliches Verfahren, mittelst dessen diese Gleichmässigkeit der Geschlechter bei den Geburtszahlen aufgehoben würde, die Lösung des Problems Wege bringen lassen möge: „„Bei dem unausgesetzten Nachdenken hierüber [2]) machte ich die Beobachtung, dass unter meinen Bekannten überall, wo ein kräftiger, sanguinischer und passionirter Ehemann mit einer ihrem Temperament nach kühlen und unpassionirten Ehefrau verheiratet war, die Anzahl der Töchter überwog, und dass umgekehrt da, wo dass Gegenteil vorwaltete, die Knaben die zahlreicheren waren. Da kam mir plötzlich der Gedanke dass, wenn ich es ermöglichen könnte, dieselbe Verschiedenheit in den Temperamenten ebenso bei dem Rindvieh künstlich hervorzubringen, ich damit zur Lösung des Problems gelangen möchte."" Er that dies und fand die Lösung.

Obgleich alle diese Äusserungen so unklar gehalten sind, dass man sich kaum ein Bild von dem Gedankengang Fiquet's machen kann, so glaub ich doch es hoch schätzen zu müssen, dass er schon eine wenn auch unbestimmte Idee von dem wahren Sachverhalt hatte.

Leider fiel auch er in den Fehler aller Forscher, er glaubte, dass das von ihm entdeckte Moment das einzig massgebende sei. Die Theorie von Thury, ferner der Einfluss der Ernährung während des Fötallebens, auf den ich später erst zu sprechen komme, wurden mit ein oder zwei Versuchen geprüft und als diese nicht

---

[1]) l. c. p. 43. [2]) Fiquet's eigene Worte l. c. p. 56.

demgemäss ausfielen, war es „klar bewiesen", dass ein solcher Einfluss nicht stattfinden könne.

Um den Landwirten den Nutzen der Fiquetschen Resultate zukommen zu lassen, veröffentlichte Janke dieselben, indem er zugleich die Theorie weiter ausführte.

Er geht von zwei Hypothesen aus[1], die er „zwei wichtige Grundsätze der wissenschaftlichen Physiologie" nennt. „Diese beiden Grundsätze sind die, dass:

1. die geschlechtliche Begattung gleichsam einen Wettstreit oder Kampf der sich zur Zeugung vereinigenden Erzeuger um das Vorwiegen ihres geschlechtlichen Einflusses auf das Kind darstellt, wobei der obsiegende von beiden Eltern für die Bestimmung des Geschlechtes der zukünftigen Geburt den Ausschlag giebt, und ferner:

2. der Grundsatz der gekreuzten Vererbung, wonach der bei dem Begattungsakte als der Stärkere sich erweisende Erzeuger das dem seinigen entgegengesetzte Geschlecht überträgt und dazu seine sonstigen Eigenschaften mit zur Entwickelung bringt.

Abgesehen von der unwissenschaftlichen Darstellungsweise ist die Behauptung über die Entstehung des Geschlechts richtig, wie er durch Fiquets Versuche zeigt, die über die Vererbung der Eigenschaften aber gehört nicht hierher, wird auch von Janke nicht durch Thatsachen unterstützt.

So anerkennenswert es ist, dass ein Kreisgerichtsrat, der sich bestrebt der Landwirtschaft zu nützen, der Biologie durch Aufstellung seiner allerdings einseitigen Theorie und durch Veröffentlichung der Fiquetschen Versuche einen so grossen Dienst erwiesen hat, so ist es um so mehr zu bedauern, dass er nicht streng wissenschaftlich vorging und bei der weiteren Ausführung seiner Theorie die grössten Fehler beging.

Er bedenkt nicht, dass die gegenseitige Beeinflussung des Geschlechts des Embryo durch die Individualität des Vaters und der Mutter bei der Befruchtung doch nur mittelst der Qualität der Geschlechtsproducte stattfinden kann.

Nach seiner Meinung kommt es nur an auf die geringe oder starke Passion die Begattung auszuführen. Daher rät er den Frauen, wenn sie einen Knaben wünschen, vor der ehelichen Pflicht-

---

[1]) l. c. p. 15.

erfüllung ein Glas Champagner zu trinken, damit sie grössere „geschlechtliche Kraft" hätten.

Ganz abgesehen von der Verwerflichkeit solcher Recepte kann doch eine solche kurze Nervenreizung die Qualität des Eies, das sich meist längst losgelöst hat, nicht umändern.

Der unbestimmte Begriff, den auch Fiquet mit der Bezeichnung der „geschlechtlichen Kraft" verbindet, wird zu diesem Irrtum wohl den Anlass gegeben haben. Die Lust oder Unlust zum Sexualact kann durch künstliche Mittel plötzlich gesteigert und geschwächt werden z. B. kann ein Stier dadurch zum Bespringen gebracht werden, dass man ihm das Gehöd mit frischen Brennnesseln bestreicht. Aber es wird wohl Niemand behaupten wollen, dass die Qualität des Spermas damit eine Änderung erlitten hätte. Oder wenn es richtig ist, wie Fiquet über hundert Mal beobachtet hat, dass das Rindvieh während der Gewitterschwüle eine grosse Begattungslust äussert, so kann mit dieser nervösen Aufregung doch keine Änderung der Geschlechtsproducte verbunden sein.

Nur das umgekehrte Verhältniss findet statt. So ist bekanntlich ein grosser Vorrat an Geschlechtsproducten von dem grössten Einfluss auf das Nervensystem.

Nicht aber kann eine plötzliche Einwirkung auf die Nerven, die Qualität des Eies oder Spermas ändern. Sonst müssten ja auch die Gedanken, welche die beiden Erzeuger bei Ausübung der Beanspruchung haben, von Einfluss auf das Geschlecht des Kindes sein, wie dies auch schon behauptet worden ist.

Fiquet hingegen hat diesen falschen Schluss nicht gemacht. Grundsätzlich verwirft er die Anwendung von Drogen und dergleichen, er ruft vielmehr die grössere oder geringere „geschlechtliche Kraft" durch eine mehrwöchentliche systematische Vorbereitung der Tiere mittelst der extremsten Ernährung hervor. Allerdings ist auch die Fiquetsche Ansicht noch nicht ganz die richtige. Er sagt, dass „in allen Fällen [1]), wo ein kräftiger, leidenschaftlicher und sanguinischer männlicher Zeuger und ein leidenschaftsloses und pflegmatisches weibliches Individuum zur Paarung kommen, unter der Nachkommenschaft regelmässig die weiblichen Geburten überwiegen, und wenn wieder eine gegenseitige Geschlechtsvereinigung in der Weise durchgeführt wird, dass der männliche Erzeuger pflegmatisch und leidenschaftslos, die weib-

[1]) l. c. p. 31.

liche Erzeugerin dagegen von sanguinischem und leidenschaftlichen Temperamente ist, dann die männlichen Geburten vorwalten.“ Dies ist natürlich nur dann richtig, wenn das Temperament eine Folge des Zustandes des Genitalsystems ist. Die Vorbereitung, welche er mit seinen Rindern trifft, hat nach seiner Auslassung nur den Zweck das Temperament bei der Begattung zu regeln. Die Art und Weise, wie er dies aber thut, ist die vollkommen richtige. Nur mit Hülfe der Ernährung und der geschlechtlichen Beanspruchung wirkt er auf den Zustand des Geschlechtssystemes. Wenn nun weiter keine Reizmittel angewendet werden, was Fiquet niemals thut, so ist allerdings das Temperament bei der Begattung nur eine Folge dieses Zustandes des Genitalapparates und der Züchter kann daher mit Sicherheit nach der Stärke des Begattungstriebes beurteilen, ob die Vorbereitung des Tieres eine genügende war.

Nach der Jankeschen Theorie aber müsste stets, wenn die Begattungslust z. B. des Weibchens klein ist, das Ei zum weiblichen Geschlecht hinneigen. In einem bestimmten Falle aber findet sogar gerade das Umgekehrte statt. Bei der verzögerten Befruchtung des Eies neigt dieses zum männlichen Geschlecht trotzdem das Weibchen im spätern Verlauf der Brunst weniger Begattungslust zeigt als im Anfang derselben.

Das Thatsächliche bei den Behauptungen von Fiquet und Janke ist vollständig zutreffend. Ihre Ansichten jedoch, dass das Temperament, die geschlechtliche Kraft, bei der Begattung das Geschlecht bestimme, ist unrichtig. Es ist dies nur eine Nebenerscheinung, die Qualität der Geschlechtsproducte ist das allein massgebende.

Im Anschluss hieran kann eine von Richarz in Bonn[1]) aufgestellte Theorie besprochen werden. Diese behandelt einen richtigen Gedanken in sehr geistvoller Weise.

Richarz hat nämlich die Wirkung des geschlechtlichen Zustandes der Mutter richtig aufgefasst. Er stellte eine Theorie auf, nach welcher eine Mutter von hoher „Zeugungskraft“ mehr Knaben, eine solche von geringerer mehr Mädchen erzeugen solle. An und für sich ist dies vollständig richtig und es ist nur zu bedauern, dass er dies nicht durch eine Sammlung von Thatsachen unterstützt. Falsch ist aber die weitere Folgerung, dass dies nun das einzige wirkende Moment sei, dass z. B. der Same des Vaters nur

---

[1]) Zeugung und Vererbung. Bonn 1880.

die Entwickelung des Eies anrege, die Individualität des Vaters also ganz ohne Einfluss sei. Dies steht im Widerspruch mit Thatsachen von unzweifelhafter Richtigkeit.

Wenn die Einwirkung des geschlechtlichen Zustandes das einzige in Frage kommende Moment wäre, so müsste (nach Richarz und nach Fiquet-Janke) dasselbe Elternpaar immer nur Knaben oder Mädchen produzieren, was bekanntlich nicht richtig ist.

Nur gelegentlich giebt Janke zu, dass auch wohl „Ausnahmen und Regelwidrigkeiten vorkommen können, die meist lediglich in ganz absonderlichen Umständen ihre Ursache haben [1].“ Also wird doch die Einwirkung von andern Umständen zugegeben.

Schon lange vor Fiquet wurde diese Erscheinung von dem französischen Züchter Tellais [2]) in Ille-et-Vilaine entdeckt. Er fand durch eine ziemliche Anzahl von Versuchen, dass schwache Stiere mit kräftigen Kühen gepaart vorherrschend Stierkälber zeugten, dass dagegen schwache Kühe, die von kräftigen Stieren belegt wurden, mehr Kuhkälber warfen. Dies ist natürlich nur insofern richtig, als man vom allgemeinen Wohlergehen des Tieres einen Schluss machen darf auf das des Genitalsystems.

Ferner ist mir mitgeteilt worden, dass auch einzelne amerikanische Pferdezüchter sich bereits des Fiquet-Janke'schen Kunstgriffes bedienen. Zur Erlangung eines männlichen Wurfes wird der Hengst auf eine schlechte, die Stute aber auf eine gute Weide geschickt; soll umgekehrt ein weibliches Fohlen geworfen werden, so wird die Stute vor der Bespringung auf einer schlechten Weide gehalten, der Hengst aber auf einer fetten.

Wir sind also zu dem Resultat gelangt, dass die Ernährung der Elterntiere vor der Begattung von Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes ist. Diese Thatsache wurde dadurch erklärt, dass auch die Ernährung von Einfluss auf die Qualität der Geschlechtsproducte ist. Eine verminderte Ernährung bringt eine geringere Leistungsfähigkeit des Genitalapparates hervor. Alsdann ist z. B. die Spermaproduction herabgesetzt. Das Sperma kann kaum so rasch ersetzt werden, als es schon wieder verbraucht wird. Dasselbe ist also bei Nahrungsmangel ebenso wie beim Mangel an männlichen Individuen relativ jung. Und in der That sehen wir beide Mal eine Mehrgeburt von Männchen. Das Umgekehrte gilt vom weiblichen Geschlecht.

---

[1]) l. c. p. 16.
[2]) Citiert von Janke.

b. Relatives Alter.

Einen ferneren Umstand, der zweifellos von Einfluss auf die Qualität der Geschlechtsproducte ist, bildet das Alter des Individuums. Wir sehen, dass die Geschlechtsthätigkeit in einem gewissen Alter beginnt, viel später aber erst das Maximum erreicht, im Alter wieder abnimmt und zuletzt verschwindet. Jedenfalls ist dies zurückzuführen auf eine zuerst zunehmende und nachher wieder sinkende Ernährung des Genitalsystemes.

In dem vorigen Abschnitt aber wurde schon gezeigt, dass ein Tier bei guter Ernährung ceteris paribus mehr Nachkommen des andern Geschlechts hervorbringt als bei schlechterer, und es wurde dieser Einfluss der Prosperität des Individuums zurückgeführt auf den der davon abhängigen Ernährung des Genitalsystems. Wenn diese sich nun mit dem Alter ändert, so folgt hieraus, dass jedes Individuum zur Zeit seiner höchsten geschlechtlichen Leistungsfähigkeit ceteris paribus sein eigenes Geschlecht am wenigsten der Frucht übertragen wird. — Die Bestimmung dieses Zeitpunktes ist mit Schwierigkeiten verknüpft. Man ist leicht geneigt ihn beim Menschen dann anzunehmen, wenn das betreffende Geschlecht die grösste Reproductionsthätigkeit aufweist. Man beachte aber, dass letzteres ja nur davon abhängig ist, in welchem Alter der grösste Bruchteil des Geschlechtes verheiratet ist. Dieser Zeitpunkt wird bei Frauen vielleicht mit dem dreissigsten Jahre eingetreten sein, trotzdem die höchste geschlechtliche Leistungsfähigkeit schon lange vorhanden ist. Beim Manne verhält sich dies gerade so, nur dass sie sich etwas später einstellt, sich aber desto länger erhält. Die Sitte bringt es nun mit sich, dass die Frauen und Männer, welche vor dem Eintritt der grössten Fortpflanzungsfähigkeit heiraten, nur einen geringen Bruchteil ausmachen, dass vielmehr bei dem weitaus grössten Teil der stehenden Ehen beide Erzeuger dieses Maximum bereits überschritten haben. — Da nun die grösste Wahrscheinlichkeit für eine Knabengeburt eintritt, wenn die Frau dieser Zeit möglichst nahe, der Mann aber möglichst fern ist, so gilt für die meisten Ehen der Satz, dass der Knabenüberschuss dann am grössten ist, wenn der Mann bedeutend älter ist als die Frau.

Bei ungenauer Durchsicht dieser Erörterung könnte sich leicht ein Missverständniss einschleichen. Diesem möchte ich durch einige Bemerkungen vorbeugen. Hier ist gesagt, dass der Knabenüber-

schuss desto grösser sein wird, je jünger die Frau ist. Bei Erörterung der verzögerten Befruchtung des Individuums aber war behauptet worden, dass die Wahrscheinlichkeit einer Knabengeburt zunimmt mit dem Alter des weiblichen Individuums. Hier scheint also ein directer Widerspruch vorzuliegen.

Beides aber ist nur eine ungenaue Wiedergabe der Behauptungen. Was den letzteren Satz anbetrifft, so handelt es sich nicht im Allgemeinen um Frauen, sondern um Erstgebärende d. h. um solche, deren Zustand einem Mangel an männlichen Individuen entspricht. Gerade die Nichtbeanspruchung tritt hier in ihrer Wirkung so stark hervor, dass sie alle andern Einflüsse in den Hintergrund drängt. Beim Manne aber kann eine solche nicht angenommen werden. In den Eigenschaften der Geschlechtsproducte ist also der Gegensatz vorhanden, welcher einem Mangel an Männchen entspricht und, wie früher gezeigt wurde, eine Mehrgeburt von männlichen Individuen bewirkt.

Bei der Erzeugung der später geborenen ehelichen Kinder aber liegen die Verhältnisse wesentlich anders. Wenn wirklich in den einzelnen Lebensabschnitten die geschlechtliche Thätigkeit eine verschiedene ist, so tritt eine solche Veränderung in der Beanspruchung (wenigstens in den meisten Fällen) für beide Teile in fast gleicher Stärke ein. Eine sehr schwache oder sehr starke Thätigkeit beider Erzeuger entspricht weder einem Mangel an männlichen Individuen noch einem an weiblichen. Ein Gegensatz in der Qualität der Geschlechtsproducte tritt nicht auf. Eine derartige verschieden starke Thätigkeit ist also ohne Einfluss auf das Geschlecht der Nachkommen.

In der Ehe handelt es sich vielmehr um das Alter der Erzeuger, weil mit diesem die Leistungsfähigkeit des Genitalapparates und damit auch die Qualität der Geschlechtsproducte (auch bei gleichbleibender Beanspruchung) sich ändert. Ein älterer Mann z. B., dessen Sperma sich nicht so rasch wieder ersetzt, wird durchschnittlich mit jüngeren Spermatozoen befruchten als ein jüngerer, leistungsfähiger, dessen Genitalsystem noch stärker ernährt wird.

Der Satz, dass der Knabenüberschuss steigt mit dem relativen Alter des Mannes, gilt für die Mehrzahl der Ehen. Bei der kleinen Zahl verfrühter Ehen aber ist gerade das Umgekehrte der Fall.

In diesem Falle steht der Mann seiner grössten geschlechtlichen Leistungsfähigkeit ferner, wenn er möglichst jung (z. B. 18 Jahre) ist, während die Frau dieser näher ist, wenn sie ein

etwas höheres Alter (z. B. 25 Jahre) besitzt. Trotzdem also der Mann bedeutend jünger ist als die Frau, ist die Wahrscheinlichkeit einer Knabengeburt doch gross.

Bei allen verfrühten Ehen wird sich später das Verhältniss umkehren. Bei der oben als Beispiel erwähnten, muss später der Mann der Zeit der grössten Fortpflanzungsfähigkeit bedeutend näher stehen als die Frau. Es wird sich alsdann ein Überschuss von Mädchen zeigen, wie dies die übrigen Ehen unter diesen Verhältnissen ebenfalls aufweisen.

Es geht hieraus auch hervor, dass das Hofacker-Sadler'sche Gesetz in seiner ursprünglichen Form nicht beibehalten werden kann. Nicht das Alter von Vater und Mutter ist das massgebende, sondern es kommt vielmehr darauf an, ob sie dem Maximum der Fortpflanzungsthätigkeit näher oder ferner stehen. Es muss in Betracht gezogen werden, welches die Leistungsfähigkeit des Genitalsystems für das betreffende Alter ist, ob also eine mehr oder weniger starke Überanstrengung des einen Teiles der Erzeuger eingetreten ist oder nicht. Diese Stärke der Inanspruchnahme, nicht aber das Lebensalter des Individuums an und für sich, bestimmt die Qualität der Geschlechtsproducte. Das ursprüngliche Hofacker-Sadler'sche Gesetz gilt also nur für die meisten Ehen nicht aber für alle. Daraus erklärt sich vielleicht, dass einige Forscher dieses Gesetz nicht bestätigt fanden.

Empirisch ist der Einfluss des Altersunterschiedes schon lange festgestellt worden. Wie bekannt ist, entdeckte Hofacker in Tübingen diese Gesetzmässigkeit und fand folgende Verhältnisse:

Vater jünger als Mutter —	90,1	Knaben	auf	100 Mädchen
„ ebenso alt	93,3	„	„	„
„ 4—6 Jahre älter	108,9	„	„	„
„ 6—9 „ „	124,7	„	„	„
„ 9—12 „ „	143,7	„	„	„

Unabhängig von ihm kam Sadler zu demselben Resultat. Aus den Geschlechtsregistern der Peerage erhielt er folgende Zahlen:

Vater jünger als Mutter —	86	Knaben	auf	100 Mädchen
„ ebenso alt	94	„	„	„
„ 1— 6 Jahre älter	103	„	„	„
„ 6—11 „ „	126	„	„	„
„ 11—16 „ „	147	„	„	„
„ 16 und mehr „ „	163	„	„	„

Oesterlen[1]) giebt folgende sehr übersichtliche Zusammenstellung der hierüber angestellten Untersuchungen:

Autor		Vater älter	beide gleich alt	Mutter älter	Durchschnitt	Zahlen der Fälle
Hofacker		117,8	92,0	90,6	107,5	1996
Sadler		121,4	94,8	86,5	114,7	2068
Göhlert		108,2	93,3	82,6	105,3	4584
Noirot		99,7		116,0	103,5	4000
Legoyt	Calais	109,9	107,9	101,6	107,9	6006
	Paris	104,4	102,1	97,5	102,9	52311
Breslau		103,9	103,1	117,6	106,6	8084

Nur die Zahlen von Breslau und Noirot stimmen nicht mit dem Gesetz überein.

Gegen diese Resultate hat sich Göhlert[2]) ausgesprochen. Er weist darauf hin, dass eigentlich auch die Totgeburten hätten mitgezählt werden müssen, da die Knaben hierbei etwas stärker beteiligt sind. Indessen wird der etwa hierdurch verursachte Fehler sich ziemlich gleichmässig auf die verschiedenen Altersstufen verteilen und auch an und für sich ziemlich klein sein. Ferner verlangt er, dass nur solche Ehen berücksichtigt werden sollen, bei denen die Reproduction ihren Abschluss erlangt hätte. Er nahm daher nur solche Ehen, welche mit vier oder mehr Kindern gesegnet waren und gelangte alsdann zu vielfach anderen Resultaten. Er fand, dass das Maximum des Knabenüberschusses bei einem Alter des Vaters von 30—35 und einem solchen der Mutter von 25 bis 30 Jahren eintritt, dass also bei höherem Alter d. h. in den späteren Jahren der Ehe relativ etwas weniger Knaben geboren werden.

Es kann sein, dass dies auf folgende Weise zu erklären ist. Die geschlechtliche Leistungsfähigkeit des Mannes nimmt, wie bekannt, weniger rasch ab als die des Weibes. Letzteres wird in bezug auf die Geschlechtsthätigkeit so zu sagen rascher alt als der Mann. Der Altersunterschied, der eine Mehrgeburt von Knaben zur Folge hatte, verschwindet mehr und mehr. Hiermit in Übereinstimmung steht eine statistische Beobachtung von Bertillon[3]), woraus hervorgeht, dass in den späteren Jahren der Ehe der Knabenüberschuss abnimmt, wie folgende Übersicht zeigt.

[1]) Handbuch der medicinischen Statistik pag. 169.
[2]) Zeitschrift f. Ethnologie, XIII. Jahrg. 1881.
[3]) La statistique humaine. Citirt von Göhlert.

Länge der Ehe

1—6	Jahre —	116	Knaben	auf 100	Mädchen
6—12	„	105	„	„	„
12 u. mehr	„	94	„	„	„

Göhlert selbst bestätigt dies Resultat z. B. fand er bei den letztgeborenen das Sexualverhältniss 92 Knaben zu 100 Mädchen. Es ist daher wohl erlaubt zu schliessen, dass durch die Länge der Ehe die Wirkung des Altersunterschiedes der Eltern wieder aufgehoben wird. Wenn man also nur solche Ehen von langer Dauer nimmt, so wird man die Wirkung des relativen Alters auf das Sexualverhältniss der Geborenen nicht oder nur schwierig nachweisen können.

In der neueren Zeit hat Franke[1]) die Hofacker-Sadlersche Theorie in der Statistik Norwegens nicht bestätigt gefunden. Daselbst wurde im Jahre 1870 zum ersten Mal das Alter der Eltern bei der Geburt eines Kindes statistisch festgestellt. Die Angaben wurden indessen nur bei der Hälfte der Kinder gemacht, 1872 und 1873 geschah dies bei zwei Drittel und 1874 bei vier Fünftel der Kinder. Diese vier Jahrgänge hat Franke zu seiner Untersuchung benutzt. Auch blieben die Totgeburten gänzlich unberücksichtigt. Das Sexualverhältniss der in den ersten zwei Jahren Geborenen und in Rechnung gezogenen war 109,44, in den zwei folgenden Jahren 104,28. Das Geschlechtsverhältniss aller Geburten in Norwegen war 1872 104,42, im Jahre 1873 103,73. Letztere Zahlen sind ausserordentlich niedrig, denn diese Zahl schwankt in allen Ländern zwischen 105 und 107. Es drängt sich daher die Frage nach der Zuverlässigkeit dieser Zahlen auf. Und diese erscheint nicht sehr gross, wenn man bedenkt, dass in Norwegen die Geistlichkeit diese Angaben macht. Das Sexualverhältniss der ersten zwei Jahre ist dagegen ein ausserordentlich hohes, wie es sonst nie beobachtet wurde. Wenn also nicht einmal das Gesammtergebniss aller Geburten ein normales ist, so können doch um so weniger die einzelnen Zahlen als massgebend betrachtet werden. Wenn daher Franke glaubt, er habe die Unhaltbarkeit der Hofacker-Sadlerschen Theorie nachgewiesen, so überschätzt er die Beweiskraft dieser Zahlen. Nur auf zuverlässige Zahlen basirte und sehr umfassende Untersuchungen können hier massgebend sein.

---

[1]) Hildebrand's Jahrb. f. Nationalök. u. Stat. Jena. XXIX, 1877, pag. 180 und XXX, 1878, pag. 180.
Über d. Einfluss d. Alters der Eltern auf d. Geschlecht d. Neugeborenen.

Ferner haben Ahlfeld und Schramm[1]) das Hofacker-Sadler'sche Gesetz angegriffen. Sämmtliche Geburten ihrer Tabellen geben zusammenaddiert die Summe 1852. Da alle übrigen Forscher über weit grössere Zahlen verfügen, so können die Resultate von Ahlfeld und Schramm nicht viel Beweiskraft haben.

Neefe[2]) kam ferner zu dem Resultat, dass die Hofacker-Sadler'sche Regelmässigkeit sich auch bei Zwillingsgeburten wiederfindet. Unter 782 derartigen Geburten fand er, wenn der Vater gleiches oder höheres Alter wie die Mutter hatte, das Sexualverhältniss 116:100, wenn der Vater indessen jünger war, nur 98 Knaben zu 100 Mädchen. Indessen sind diese Zahlen wohl noch etwas zu klein.

Auch bei Tieren ist der Einfluss des relativen Alters bereits nachgewiesen. Die Beobachtungen von van den Bosch beweisen, dass z. B., wenn der Bock älter ist als das Mutterschaf, mehr Böckchen fallen. Ferner hat Göhlert[3]) bei Pferden Beobachtungen angestellt, worüber die Tabelle Aufschluss giebt.

1785 Fohlen

Vater im Alter	Mutter im Alter unter 10 Jahren Fohlen m.	Mutter im Alter unter 10 Jahren Fohlen w.	Mutter im Alter über 10 Jahren Fohlen m.	Mutter im Alter über 10 Jahren Fohlen w.	Summe der Fohlen m.	Summe der Fohlen w.	Sexualverhältniss (Zahl d. m. auf 100 weibliche)
unter 10 Jahre	194	263	162	194	356	457	77,9
über 10 „	212	189	287	284	499	473	105,5
Summe	406	452	449	478	855	930	91,93
	89,3		93,9		91,3		

Um hieran den Einfluss des Altersunterschiedes zu prüfen, müssen die Zahlen der Tabelle folgendermassen zusammengestellt werden:

---

[1]) Arch. f. Gynaek. IX, pag. 451. Ahlfeld, Über d. Knabenüberschuss älterer Erstgebärender.

[2]) Jahrbücher f. Nationalök. u. Stat., Jena, B. 28, 1877, pag. 187.

[3]) Zeitschrift für Ethnologie XIV, 1882, pag. 145. Über die Vererbung der Haarfarbe bei Pferden.

	Fohlen m.	w.	Sexualverhältniss
Stute unter, Hengst über 10 Jahre	212	— 189	112
Beide „ oder „ „ „	481	— 547	87,9
Hengst „ Stute „ „ „	162	— 194	84
Summe aller Geburten	855	— 930	91,93

Diese Zahlen sprechen dafür, dass auch beim Pferde genau so wie beim Menschen das relativ höhere Alter der männlichen Individuen eine Mehrgeburt von Männchen bewirkt.

Der Unterschied, der sich hier zeigt, ist 28 %, also ein sehr bedeutender. Meist ist derselbe nicht so auffallend, da man ältere Hengste nur so viel geschlechtlich beschäftigen wird, als ihnen zuträglich ist. Unter Umständen kommen indessen auch in der Praxis extreme Fälle vor. Auf einen solchen hat mich Herr Prof. Settegast aufmerksam gemacht. Derselbe ist entnommen dem Handbuch für Pferdezüchter von Lehndorf (pag. 25). Bekanntlich erlischt die Zeugungsfähigkeit der Hengste später als die der Stuten. Bei letzteren nimmt sie im 12. bis 14. Jahre schon ab, beim Hengst erlischt sie aber erst nach dem zwanzigsten Jahre. Der Hengst Sir Herkules aber musste im 26. Lebensjahre noch 23 Stuten decken. Sie warfen 24 Füllen (1 Zwilling) und sämmtliche waren männlichen Geschlechtes. Die Beanspruchung war an und für sich nicht sehr stark, da ein Hengst jährlich 50 bis 60 Deckungen vollziehen kann, aber sie war relativ stark, da in einem so hohen Alter die Leistungsfähigkeit des Genitalsystems schon ausserordentlich abgenommen hat. Die Mehrproduction von Männchen können wir also als eine indirecte Wirkung des Alters betrachten.

Nasse[1]) nahm 1156 Paarungen von Schafen auf der niederländischen Insel Zeeland vor. Aus den Tagebüchern ergab sich, dass, wenn das Alter der Böcke um mehr als ein Jahr das der Schafe übertraf, die Zahl der geworfenen Männchen beträchtlich über den mittleren Wert 50,07 hinausging, und dass, wenn die Mütter älter als die Väter waren, dieser Wert nicht unbeträchtlich sank. Diese allgemeinen Sätze sind vollkommen richtig und stehen in Übereinstimmung mit der Theorie.

---

[1]) Archiv für wissenschaftliche Heilkunde IV. p. 166.
Nasse, Einfluss des Alters der Eltern auf das Geschlecht der Früchte bei Schafen und Rindvieh. Citirt v. Ploss.

Nach Nasse ergaben die Paarungen noch folgendes specielle Resultat.

Zweijährige Schafe lieferten 56,11 % Bocklämmer, wenn sie mit jungen Böcken gepaart wurden. Bei steigendem Alter der Böcke nahm diese Zahl ab.

Dreijährige Schafe produzierten 56,76 % Männchen mit 3—4jährigen Böcken. Bei der Paarung mit ältern Böcken sank die Zahl sehr.

Ganz gleiches Verhältniss zeigten die 4jährigen Schafe, denn mit 5- und dann mit 4jährigen Böcken lieferten sie die grösste Zahl, 58,49 % Männchen.

Indessen ist die Zahl der Thatsachen wohl eine zu geringe, als dass man diese speciellen Ergebnisse verallgemeinern dürfte. Vor allem aber hat Nasse die Häufigkeit der Begattung ausser Acht gelassen und dies darf namentlich da, wo die Männchen in der Minderzahl sind, nicht vernachlässigt werden. Das allgemeine Resultat dagegen, dass nämlich mehr Männchen geboren werden, wenn die Böcke mehr als ein Jahr älter waren als die Mütter, und mehr Weibchen fielen, wenn die Mütter älter waren, bestätigt die Hofacker-Sadler'sche Theorie.

Auch der französische Tierzüchter Girou de Buzareingues[1]) hat wichtige Versuche hierüber angestellt. Er kam zu dem Resultat, dass eine grosse „Körperkraft“ des Sprungwidders die Ausbildung zum weiblichen Geschlecht begünstige. Man sehe davon ab, dass er von der Körperconstitution nicht ohne Weiteres auf die Ernährungsverhältnisse des Genitalsystems schliessen darf. Bei seinen Versuchen vereinigte er den Einfluss der geschlechtlichen Leistungsfähigkeit mit dem des relativen Alters. Um weibliche Schaflämmer zu erhalten, nahm er junge Zuchtwidder von Temperament und schickte sie zuvor auf eine gute Weide. Sollten dagegen männliche Lämmer geworfen werden, so nahm er drei- bis fünfjährige Widder und hielt sie vor dem Springen einige Wochen auf schlechter Weide. Trotz der Unklarheit, welche in seinen Ansichten lag, brachte er es so weit, dass 110 Schafmütter[2]), welche weibliche Junge werfen sollten, 76 Schaf- und nur 35 Bocklämmer produzierten; dass ferner unter 135 Lämmern, welche männlich hatten werden sollen, sich 80 Bock- und nur 55 Schaflämmer befanden.

---

[1]) Citirt von Janke, l. c. pag. 28.

[2]) Im Allgemeinen werden von Schafen gleichviel Männchen und Weibchen geboren.

Diese Versuche beweisen wenigstens, dass die von Girou geahnten Ursachen vorhanden sind, wenn auch in etwas anderer Weise, als sich dieser Forscher dachte.

Die Versuche von Girou wurden dann bestätigt von seinem Landsmann Cournuejouls[1]).

Dieser that 40 Mutterschafe zu jungen Bocklämmern auf guter fetter Weide und er erhielt 15 Bock- und 25 Schaflämmer. Ferner liess er 40 Mutterschafe auf dürftiger Weide von alten Widdern bespringen und das Resultat waren 26 Bock- und 14 Schaflämmer. Allerdings sind diese Versuche noch viel weniger rein, aber sie bestätigen doch den Einfluss des relativen Alters.

Beim Menschen und den Tieren, welche eine Ehe besitzen, ist die Regulierung des Sexualverhältnisses zum Teil eine Folge des verschiedenen Altersunterschiedes. Bei Mangel an weiblichen Individuen werden auch solche in grösserer Zahl zur Reproduction beitragen, welche ihrem Culminationspunkt ferner stehen. Diese sind in Hinsicht auf ihr Alter stark beansprucht und die Wahrscheinlichkeit einer weiblichen Geburt ist bei ihnen grösser. Die Zahl der Weibchen wächst also wieder — es tritt eine Regulierung ein.

3. Zusammenfassung.

Das Ergebniss des ersten Teiles der Arbeit ist also, dass die Tiere durch Anpassung die Eigenschaft erworben haben, bei anomalem Sexualverhältniss mehr Individuen des Geschlechtes hervorzubringen, an denen es mangelt. Eine solche Mehrgeburt tritt auch ein, wenn indirecte Ursachen auf das Geschlechtssystem einwirken, welche einem Mangel an Individuen des einen Geschlechts aequivalent sind.

Und zwar liegen die das Geschlecht bestimmenden Eigenschaften in den Geschlechtsproducten. Bei der Befruchtung setzen sich die gleichen oder entgegengesetzten Tendenzen derselben so zu sagen zu einer Resultierenden zusammen, deren Ausfall die vorläufige Geschlechtsentwickelung bestimmt.

Man könnte nun den Einwurf machen, dass allerdings bei Tieren, welche nur wenig Nachkommen erzeugen, die Tendenz z. B. der Mutter, mehr Junge des einen oder andern Geschlechtes zu erzeugen, sehr leicht in dem Sexualverhältniss der Nachkommen

---

[1]) Citirt von Janke, l. c. pag. 29.

zum Ausdruck gelangen kann, dass dies aber nicht der Fall sein kann bei solchen Tieren, welche hundert Tausende von Eiern legen. Unter der Vorraussetzung, dass die Gesammtzahl dieser Tiere sich nicht oder nur wenig verändert, werden von diesen vielen durchschnittlich nur zwei wieder geschlechtsreif werden. Welchen Zufälligkeiten ist es aber anheimgegeben, die Auswahl dieser zwei zu treffen! Daher kann das Sexualverhältniss der vielen gelegten Eier unmöglich wieder gegeben werden durch das der zwei überlebenden.

Es sei gestattet, diesen Einwurf mit Hülfe eines Beispiels zu widerlegen.

Man denke sich, bei einer Lotterie seien unter 100 000 Loosen nur zwei Treffer. Etwas weniger wie die Hälfte werde in der Stadt selbst, etwas mehr aber ausserhalb derselben verkauft, d. h. die Loose haben so zu sagen die Tendenz, nach auswärts zu wandern. Alsdann wird diese Tendenz auch bei den Gewinnen zum Ausdruck gelangen, wenn auch ihre Zahl eine relativ noch so geringe ist.

Befindet sich zum Beispiel ein Drittel der Loose in der Stadt, zwei Drittel aber im Lande, so wird sich nach der Wahrscheinlichkeitslehre dasselbe Verhältniss auch bei den Gewinnen zeigen, d. h. nach einer genügenden Anzahl von Ziehungen werden zwei Drittel der Treffer auf das Land und ein Drittel auf die Stadt gekommen sein.

Bei einer einzelnen Ziehung ist dies allerdings den grössten Zufälligkeiten ausgesetzt. *Es handelt sich aber nicht darum, wie weit die Extreme auseinander fallen können, sondern darum, wie sich der Durchschnitt gestalten wird.*

Ebenso verhält es sich bei den in Frage gezogenen Tieren. Wenn von 100 000 Eiern nur 2 am Leben bleiben, so werden diese nicht die Durchschnittstendenz der ursprünglichen wiedergeben können. Aber die Nachkommen eines einzigen Weibchens bestimmen auch nicht das Sexualverhältniss, sondern dies wird gegeben durch die Jungen einer grossen Zahl von Tieren. Mögen die Schwankungen im Einzelnen auch noch so gross sein, so gleichen sich doch auch hier, genau wie bei einer langen Reihe von Ziehungen, alle Zufälligkeiten wieder aus. Wenn im Durchschnitt Mangel an Männchen herrscht, wenn die Weibchen die Tendenz haben, mehr männliche Nachkommen zu produzieren, so

wird diese Tendenz auch bei den wenigen überlebenden Jungen in einem Überwiegen der Männchen zum Ausdruck gelangen. —

Im Allgemeinen war das Ergebniss des ersten Teiles, dass das Sexualverhältniss die Tendenz hat, sich constant zu erhalten. Wir hatten aber gesehen, dass zu dieser Regulation die verschiedensten Momente zusammen wirken. Man könnte nun glauben, die Natur regle diese Dinge nach weniger Principien, und der Theorie den Vorwurf machen, dass hier die Einwirkung von mehreren Faktoren angenommen wird.

Einer solchen Meinung gegenüber ist aber hervorzuheben, dass durch die Wirkung von einem oder zwei Momenten unmöglich so grosses geleistet werden kann, wie es die Aufrechthaltung des Sexualverhältnisses ist.

Nehmen wir z. B. an, nur ein einziger Faktor sei hier massgebend wie die geschlechtliche Beanspruchung. Bei einer Gruppe von Tieren herrsche Mangel an Männchen, so dass die wenigen derselben stark beschäftigt seien. Wenn nun das Moment der Beanspruchung das einzige in Frage kommende wäre, so müssten sämmtliche Junge männlich werden. Es würde alsdann gerade das Gegenteil von dem vorigen Zustand, ein kolossaler Überschuss an Männchen und ein Mangel an Weibchen, eintreten. Später würde alsdann eine starke Beanspruchung dieser letzteren stattfinden und infolge dessen die zweite Generation nur aus Weibchen bestehen.

Trotzdem also hier die Tendenz besteht, das Sexualverhältniss zu regulieren, so bemerken wir hier doch nur ein Schwanken von einem Extrem zum andern. Ein einziger Faktor kann also keine Regulierung zu Stande bringen, weil er in seiner Wirkung stets über das Ziel hinausschiesst. Es müssen also mehrere Momente sein, welche das Geschlecht bestimmen.

Alsdann wird bei der Wirkung eines Momentes immer nur ein mehr oder weniger starker Überschuss des einen Geschlechts geboren werden, wie wir es auch an allen mitgeteilten Tabellen gesehen haben. Auf diese Weise findet eine wirkliche d. h. massvolle Regulierung statt und es tritt nicht etwa statt des früheren Zustandes plötzlich das Gegenteil desselben ein.

Ebenso wie es bei der Körpertemperatur des Menschen verschiedene Momente sind, durch deren Zusammenwirken die Constanz des Wärmezustandes aufrecht erhalten wird, so wird auch hier nur durch die vereinigte Wirkung von vielen Faktoren die

so bedeutende Leistung einer Aufrechterhaltung des Sexualverhältnisses zu Stande gebracht.

Es lassen sich nun sämmtliche bis jetzt angeführten Momente zurückführen auf die Wirkung des Alters der Geschlechtsproducte. Da diese Auseinandersetzung doch zu weit führen würde, da ich ferner auch noch nicht alle sich hieraus ergebenden Consequenzen durch Thatsachen beweisen kann, so muss ich es vorläufig mit dieser Andeutung bewenden lassen.

B. Umstände, die beide Erzeuger betreffen.

1. Die Ernährung des Genitalsystems.

a. Einfluss auf die Reproduction überhaupt.

α. Stärke der Reproduction.

Wir gelangen jetzt zu dem zweiten Teil der Arbeit, nämlich zu der Untersuchung der Wirkung von solchen Einflüssen, welche nicht wie die vorigen nur den einen Erzeuger betreffen, während der andere sich in den entgegengesetzten Umständen befindet, sondern welche auf beide Erzeuger in gleicher Weise einwirken.

Hierzu gehört vor allem die stets schwankende Ernährung. Bald leben die Tiere mehr im Überfluss, bald leiden sie Mangel, bald können sehr viele Tiere von der vorhandenen Nahrungsmenge leben, bald reicht diese nur für wenige aus.

Es wird nun eine nützliche Eigenschaft der Tiere sein, sich in der Stärke der Reproduction genau nach den vorhandenen Existenzmitteln zu richten. Ist dies erörtert, so wird sich zeigen, dass diese Regulierung der Vermehrung besonders mit Hülfe einer mehr oder weniger grossen Zahl von Weibchen herbeigeführt werden kann. Endlich wird eine genügende Zahl von Thatsachen beweisen, dass die Organismen wirklich die Eigenschaft haben, im Überfluss mehr Weibchen, im Mangel mehr Männchen zu produzieren.

Ehe jedoch die Regulierung der Vermehrung untersucht werden kann, ist es nötig, die mittlere Grösse derselben einer Betrachtung zu unterziehen.

Ebenso wie das Sexualverhältniss ein ganz bestimmtes ist, ebenso hat auch die Reproduction eine bestimmte Grösse.

Während das Geschlechtsverhältniss nur für wenige Tiere bekannt ist, sind die Vermehrungsverhältnisse schon besser er-

forscht. Sie haben sich für verschiedene Tiere als äusserst verschieden ergeben.

Da man wohl annehmen darf, dass die Zahl der Tiere dieselbe bleibt oder sich wenigstens nur langsam ändert, so findet die Fortpflanzung im Allgemeinen im Verhältniss von 1 zu 1 statt, von jedem Elternpaar kommen also durchschnittlich zwei Junge wieder zur Ausbildung. Wenn also alle geborenen Jungen am Leben blieben, so wäre es für die Fortpflanzung der Tiere unter gleichbleibenden Ernährungsverhältnissen am vorteilhaftesten, wenn jedes Elternpaar wieder nur zwei Junge während des ganzen Lebens produzierte, wenn also die Vermehrung dieselbe Stärke wie die Fortpflanzung hätte.

Dies ist aber bei keinem einzigen Tier der Fall, weil die Zahl der Jungen durch verschiedene Umstände reduziert wird. Letztere sind gegeben durch Krankheiten, Feinde und den Zufall.

Die durch diese Einwirkungen reduzierte Vermehrung entspricht der Fortpflanzung. Bei Änderung der Ernährungsverhältnisse wird aber trotzdem die Vermehrung sich der möglichen Fortpflanzung gemäss regulieren, da ja die Reduction der Vermehrung im Allgemeinen dieselbe bleibt.

Angenommen z. B. bei einem Tier ging infolge der Reduction die Hälfte der Nachkommen zu Grunde, so würden bei der Production von 4 Jungen pro Elternpaar nur 2 übrig bleiben. Unter gewöhnlichen Ernährungsverhältnissen würde dies die günstigste Vermehrung sein, trotzdem sie doppelt so stark ist als die Fortpflanzung. — Tritt jetzt ein solcher Nahrungsmangel ein, dass nur etwa die Hälfte der frühern Individuenzahl weiter leben kann, so würde die günstigste Vermehrung für ein Elternpaar gleich 2 Jungen sein, von denen nur eins übrig bleibt, eine Zahl, die den Ernährungsverhältnissen genau entspricht. —

Was nun die Stärke der Vermehrung bei den einzelnen Tieren anbetrifft, so richtet sich dieselbe nach der Stärke der reduzierenden Mittel, d. h. nach Quantität und Qualität der Feinde etc. Diese sind sehr verschieden je nach den Lebensverhältnissen der Tiere. So scheint eine Beziehung zwischen der Reproductionsstärke und der Grösse der Tiere zu bestehen.

Im Allgemeinen kann man wohl sagen, dass bei kleineren Tieren, welche der Verfolgung mehr ausgesetzt sind und die Nahrung für grössere liefern, diese Reduction stärker sein wird als bei grösseren, namentlich bei Raubtieren. Die Vermehrung kleinerer Tiere kann daher stark sein, ohne dass der Fortpflanzung

durch Erschwerung des Kampfes ums Dasein geschadet wird, da die Jungen ja sehr bald wieder vertilgt werden.

Die Erscheinung, dass kleinere Tiere sich im Allgemeinen stärker vermehren als grössere, ist schon lange beobachtet worden, man hat sie jedoch falsch gedeutet. Nach Spencer[1]) „hängt das Vermehrungsverhältniss viel weniger von der Anzahl der Individuen in jeder Brut als von der Raschheit ab, mit welcher die Reife erreicht und eine neue Generation erzeugt wird.“ Kleinere Tiere sollen nun rascher geschlechtsreif werden und daher sich stärker vermehren können. Dies wird man wohl kaum für stets zutreffend halten können. Vielmehr wird es sich wohl umgekehrt verhalten.

Diejenigen Tiere, deren Reduction der Vermehrung gering ist, welche also nur geringe Vermehrungsbedürftigkeit haben (wenn dieser Ausdruck gestattet ist), verwenden relativ wenig Stoff auf die Vermehrung, mehr dagegen auf die individuelle Ausbildung und aus diesem Grunde erreichen sie erst später die Geschlechtsreife.

Indessen hat Spencer noch eine andere Erklärung für diese Erscheinung. Er sagt, dass bei kleineren Tieren die assimilierende Fläche relativ grösser ist als bei grössern Tieren, da diese im Quadrat, die Körpergrösse aber im Cubus zunimmt. Folglich können kleinere Tiere mehr Stoff assimilieren, also auch mehr verausgaben und sich damit stärker vermehren.

Dass sie dies können, dass die Möglichkeit vorhanden ist, ist unzweifelhaft richtig. Ja sogar die Wahrscheinlichkeit spricht für die stärkere Vermehrung kleiner Tiere, aber es muss diese nicht unbedingt eintreten; denn es giebt Ausnahmen. Es muss also noch eine andere Ursache vorhanden sein, welche bewirkt, dass diese Möglichkeit bei vielen (nicht bei allen) kleineren Tieren auch wirklich realisiert wird.

Eine dritte, besonders von Leuckart und Bergmann[2]) vertretene Theorie will diese Erscheinungen erklären. Bei der Vergleichung zweier gleich gebauter, aber verschieden grosser Tiere ersieht man, dass das Körpergewicht im Cubus, der Querschnitt aber nur im Quadrat wächst. Die Leistungsfähigkeit der

---

[1]) Principien der Biologie, übers. v. Vetter, Band 2, pag. 476.

[2]) Bergmann und Leuckart, Anat. physiol. Übersicht des Tierreichs. 1852. Auch Spencer hat diese Theorie angenommen. l. c. pag. 496. Ferner: Wagners Handwörterbuch IV. B, Leuckart, über Zeugung, pag. 719.

Muskeln ist aber proportional dem Querschnitt der Muskeln. Diese nimmt also weniger rasch zu als das Gewicht. Bei grösseren Tieren müssen die Muskeln relativ stärker ausgebildet werden als bei kleineren, wenn sie relativ gleiches leisten sollen. Kleinere Tiere können sich daher stärker vermehren, weil sie relativ günstiger in bezug auf Muskelarbeit dastehen, also mehr Stoff für die Reproduction verausgaben können. Dass dies nun aber auch wirklich eintritt, hat noch andere Ursachen.

Schliesslich will ich noch erwähnen, dass man durch eine derartige Überlegung auch zu dem umgekehrten Resultat gelangen kann. Grössere Tiere haben ceteris paribus eine kleinere Oberfläche, kleinere Tiere eine relativ grössere. Letztere werden daher mehr für Wärmeproduction ausgeben müssen als erstere, sie erübrigen also weniger für die Reproduction. Wir wären also zu dem Resultat gelangt, dass sich im Allgemeinen grössere Tiere stärker vermehren als kleinere. Man ersieht also, dass derartige Überlegungen nur geringen Wert beanspruchen können. Sie gelten auch nur unter der Vorraussetzung, dass die Tiere eine relativ gleiche Nahrungsmenge zu sich nehmen. Dies ist aber nicht der Fall, vielmehr nehmen die kleineren meistens relativ mehr Nahrung zu sich als die grösseren, weil sie eben infolge der vielen Feinde viel Stoff für die Reproduction ausgeben müssen.

Wenn die angeführten Theorien eine ausreichende Erklärung böten, so müsste jedes kleinere Tier sich stärker vermehren als jedes grössere. Dies ist aber durchaus nicht der Fall. Es giebt vielmehr auch kleine Tiere, deren Reduction der Vermehrung gering ist, die sich schwach vermehren, ohne dass sich ihre Zahl vermindert. Der Stockfisch legt eine ganze Million Eier auf einmal ab, der kleine Stichling dagegen erzeugt sehr viel weniger Eier. Letzterer ist aber bekannt durch seinen Nestbau und seine Brutpflege. Bei dieser Fürsorge für die Jungen ist daher sehr natürlich, dass die Reduction der Vermehrung durch Feinde etc. eine relativ geringe ist, dass daher die Vermehrung selbst nicht sehr stark zu sein braucht, um die Zahl der Tiere constant zu erhalten.

Dass also kleinere Tiere sich meistens stärker vermehren, ist nicht eine unbedingte Folge ihrer Kleinheit, sondern vielmehr davon, dass ihre Vermehrung stets durch die vielen Feinde wieder reduziert wird, dass sie sich stark vermehren müssen, wenn ihre Zahl constant bleibt. Singvögel haben viel Junge, Raubvögel dagegen nur wenig (der Adler höchstens zwei).

Man könnte hiergegen einwenden, dass die Zahl der Tiere nicht constant bleibt, sondern dass dieselben sehr häufig in der Zunahme oder Abnahme begriffen sind. Unter besonderen Verhältnissen haben allerdings einzelne Tiere eine oft rapide Zunahme ihrer Zahl gezeigt. Indessen handelt es sich hierbei doch nur um Ausnahmen. Im Allgemeinen findet in der Natur ein Schwanken um einen Gleichgewichtszustand statt. Dieser kann sich allerdings ändern, aber dies geschieht so langsam, dass die Differenz bei der Bestimmung der Reproduction einer Generation vernachlässigt werden kann. Der Geburtenüberschuss ist nur in seltenen Fällen andauernd ein bedeutender.

Die Stärke der Reproduction wird also bestimmt durch die Sterblichkeit der Tiere. Letztere ist wieder abhängig von verschiedenen Faktoren wie Krankheit, Feinde und Zufall und hat, wie beim Menschen, eine ganz bestimmte Grösse.

Weit richtiger als die vorgenannten Forscher beurteilte Darwin[1]) die Ursachen, welche die Stärke der Reproduction bestimmen. „Der endliche Zweck der ganzen Blüte mit allen ihren Teilen ist die Production von Samen, und dieser wird von Orchideen in ungeheurer Menge produziert. Eine derartige Menge ist durchaus nichts rühmenswertes; denn das Hervorbringen einer beinahe unendlichen Anzahl von Samenkörnern oder Eiern ist zweifellos ein Zeichen von niederer Organisation. Dass eine nicht einjährige Pflanze überhaupt durch die Production einer ungeheuren Zahl von Samenkörnern oder Sämlingen dem Aussterben entgehen soll, zeigt eine Armut von Einrichtung oder einen Mangel irgend eines passenden Schutzes gegen andere Gefahren.“ Er sah also bereits, dass, da die Sterblichkeit unter andern auch von der Organisation der Pflanzen abhängig ist, ceteris paribus bei unvollkommener Organisation die Reproduction eine stärkere sein muss, weil ja sonst die Pflanze längst ausgestorben wäre.

Die Verhältnisse liegen also viel einfacher als man früher vermutete. Genau ebensoviel als geboren wird, muss auch wieder sterben. Diese Sterblichkeit ist aber abhängig von den Lebensbedingungen, unter denen sich die Individuen befinden.

Ähnliches wie von den Orchideen lässt sich von den Pilzen sagen. Bei diesen werden unzählige Keime zu Grunde gehen, da sie nur an bestimmten Örtlichkeiten gedeihen können. Wegen

---

[1]) Die Befruchtung der Orchideen, übers. v. Carus, pag. 237.

dieser durch die Lebensverhältnisse gegebenen starken Reduction der Vermehrung muss die Vermehrung selbst sehr stark sein, da sonst die Fortpflanzung nicht im Verhältniss von 1 zu 1 stattfinden könnte. In der That erzeugen auch die Pilze eine ungeheuer grosse Zahl von Sporen.

Die Fälle, wo kleinere Tiere sich stärker vermehren als grössere, sind sehr zahlreich. Dies ist sehr natürlich, da kleinere Tiere meist stärker verfolgt werden. Der Wurf des grössern Rotwildes besteht stets aus einem Jungen, bei dem kleineren Rehe dagegen finden sich stets zwei auf einem Wurfe. Wenn die Rehe sich also zweimal so stark vermehren, so folgt hieraus mit Notwendigkeit, dass sie auch eine zweimal so starke Sterblichkeit zeigen; denn wenn dies nicht der Fall wäre, so würde ihre Zahl bald ins Unendliche wachsen.

In derselben Weise lassen sich auch Vögel mit einander vergleichen. Nach Spencer[1]) legt der Fasan in einem Sommer 6—10 Eier, das Birkhuhn (Tetrao tetrix) 5—10, das Schneehuhn (Lagopus scoticus) 8—12, das Rebhuhn 10—15, und die Wachtel bis zu 20. „Die Familie der finkenartigen Vögel zeigt Bruten, die im Durchschnitt fünf an der Zahl betragen, und gewöhnlich finden sich zwei Bruten im Jahre, während bei der Familie der Krähenvögel die Zahl einer Brut im Durchschnitt geringer ist und stets nur eine Brut im Jahre stattfindet. Steigen wir dann zu noch kleineren Vögeln herab, wie den Zaunkönigen und Meisen, so finden wir acht, zehn, zwölf, selbst bis fünfzehn Eier, und oft zwei Bruten im Jahre. Eine der besten Erläuterungen liefert uns die Familie der Schwalben, da innerhalb derselben nur geringe oder gar keine Verschiedenheit in der Lebensweise oder in der Nahrung vorkommt. Die Uferschwalbe (Hirundo riparia), weitaus die kleinste von allen, hat in der Regel sechs Eier, die gewöhnliche Hausschwalbe (Chelidon urbica), etwas grösser, hat vier bis fünf, und der Segler (Cypselus apus), der noch grösser ist, hat nur zwei.“ Hieraus folgt unbedingt, dass diese kleineren Tiere infolge irgend welcher Verhältnisse (Feinde, Zufälligkeiten, Krankheiten) eine grössere Sterblichkeit oder Reduction der Vermehrung zeigen als die grösseren, und daher auch mehr Junge wieder hervorbringen müssen.

---

[1]) Principien der Biologie, übers. v. Vetter, Band 2, pag. 478, 496.

Wenn man die Reproduction von Tieren vergleichen will, so muss man auch noch andere Dinge in Betracht ziehen als nur die Grösse, wie dies Leuckart und Spencer auch schon gethan haben. Gleich grosse Tiere geben sehr verschiedene Mengen für Muskelarbeit aus. Je mehr Stoff sie hierfür ausgeben, desto weniger werden sie für die Vermehrung erübrigen. Dies darf man wohl im Allgemeinen vermuten, obwohl es nicht unbedingt richtig ist.

Vögel haben z. B. eine schwierige Lokomotionsweise. Raubvögel haben stets weniger Junge als Raubsäugetiere von annähernd derselben Grösse. Bei der Vergleichung von Krähen mit Ratten oder von finkenartigen Vögeln mit Mäusen erkennt man ähnliche Verschiedenheiten (Spencer[1]). Namentlich tritt ein solcher Gegensatz hervor zwischen Vögeln, welche das Fliegen teilweise oder ganz aufgegeben haben, und solchen von gleicher Körpergrösse aber beweglicherer Lebensweise. „Das Rebhuhn und die Waldtaube sind annähernd gleich an Körpermasse und nähren sich auch ziemlich von denselben Dingen. Allein während das eine 10—15 Junge hat, bringt die andere nur 2 Junge zweimal des Jahres auf: ihre jährliche Fortpflanzung beträgt daher nur ein Drittel von derjenigen des ersteren[1]).“ Es ist vollständig richtig, wenn man vermutet, dass das Rebhuhn mehr Stoff für die Reproduction ausgeben kann, weil es weniger für Muskelarbeit ausgiebt als die Waldtaube. Dass indessen diese stärkere Vermehrung auch wirklich eintreten muss, liegt an der grösseren Sterblichkeit der Rebhühner. Ihre Vermehrung wird z. B. durch Feinde stark reduziert; denn wenn dies nicht der Fall wäre, so würde ihre Zahl bald ungeheuer gross werden.

Leuckart[2]) hatte ferner den Satz aufgestellt: „Durch die freie Metamorphose wird die Production einer zahlreicheren Nachkommenschaft ermöglicht. Sie ist ein Mittel die Fruchtbarkeit zu erhöhen.“ Dieser Satz ist vollkommen richtig; denn wenn die Jungen selbst ihre Nahrung suchen, und nicht von der Mutter ernährt werden, so kann letztere mehr Stoff für Reproduction ausgeben, als wenn dies nicht der Fall wäre.

Aber auch dieser Satz sagt nur, warum eine stärkere Vermeh-

---

[1]) Spencer: Principien der Biologie. Übersetzt v. Vetter, pag. 497.

[2]) Zeitschrift f. wiss. Zool., III, 1851, pag. 180.

Leuckart: Über Metamorphose, ungeschlechtliche Vermehrung, Generationswechsel.

rung eintreten kann, nicht aber, warum sie eintreten muss. Dass die meisten Tiere mit freier Metamorphose eine starke Reproduction zeigen, beruht weniger darauf, dass ihnen die Möglichkeit einer solchen gegeben ist, als vielmehr darauf, dass ihre Sterblichkeit eine weit grössere ist; denn diese Tiere sind auch während ihres ersten Jugendlebens allen Gefahren preisgegeben. Das entgegengesetzte Verhalten zeigen dagegen vivipare Tiere.

Das schlagendste Beispiel für die reduzierende Wirkung einer grösseren Beweglichkeit auf die Vermehrung findet Spencer[1]) bei Vergleichung der Maus und der Fledermaus. „Die Maus bringt auf einmal sehr viele Junge zur Welt, bis 10 oder 12, während die Fledermaus stets nur eins auf einmal gebiert.“ Zum Schluss fügt er jedoch noch hinzu: „Hier sei im Vorbeigehen noch ein interessantes Beispiel der Art und Weise erwähnt, in welcher eine Species, die kein besonders grosses Selbsterhaltungsvermögen besitzt, während ihr Vermehrungsvermögen ausserordentlich gering ist, nichtsdestoweniger der Vertilgung entgeht, weil sie einer ungewöhnlich niedrigen Summe von artzerstörenden Kräften Widerstand zu leisten hat. Abgesehen von ihren vielen Schmarotzern ist nämlich der einzige Feind der Fledermaus die Eule, und die Eule ist stets nur spärlich verbreitet.“ Man sieht, dass Spencer sehr nahe daran war das Richtige zu finden.

Überhaupt haben mehrere Forscher bei der Beurteilung der Vermehrung einzelner Tiere sehr treffende Bemerkungen hierüber ausgesprochen, denen nur die Verallgemeinerung fehlte, um zu dem allgemeinen Gesetz von der Beziehung zwischen Sterblichkeit und Vermehrung zu führen. So findet es Born[1]) schwierig eine grössere Zahl von Froscheiern bis zur Metamorphose ohne Verlust aufzuziehen und findet den Grund dafür darin, „das die Natur auf starke Verluste bei der Fortpflanzung der Frösche gerechnet hat. Daher die ungeheure Zahl der Eier, die in einem grossen Weibchen von Rana fusca bis nahe an 4000 steigt, während Jeder sich überzeugen kann, dass die Zahl der metamorphosierten Fröschchen in einem Tümpel, in dem im Frühjahr eine grosse Zahl von Laichballen lagen, nur ein kleiner Procentteil der aus den Eiern zu berechnenden Tierzahl ist. Da von vornherein

---

[1]) l. c. pag. 499.

[2]) Archiv f. Physiol. XXXII Born: Beiträge zur Bastardirung zwischen den einheimischen Anurenarten. pag. 464.

aber auf starken Verlust gerechnet ist, so ist die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Larven nicht besonders hoch gezüchtet.“

Einen ähnlichen Ausspruch thut F. Simon[1]): „Nur eine möglichst grosse Individuenzahl, wie sie hierdurch erzielt wird, kann diese Protistenclasse vor der Vertilgung durch ungünstige physikalische Bedingungen oder feindliche Organismen bewahren. Dieser Fall der Erhaltung der Art durch Production möglichst zahlreicher Individuen steht in der Lebewelt bekanntlich keineswegs vereinzelt da; überall, wo die Organisation es fordert, dass das Individuum hülflos dem Zufall preisgegeben ist, finden wir ähnliche Einrichtungen: man erinnere sich nur der Cestoden und anderer, ihre Wirte wechselnder Parasiten.“ An einer andern Stelle[2]) sagt er: „Welche viele Zufälle haben hier unbehindertes Spiel, ehe die junge Gregarine den Ort ihrer Bestimmung (beim Wechsel des Wirtes) erreicht? Es kann daher gerade diese Protistenclasse nur durch Production möglichst vieler Individuen vor dem Aussterben geschützt werden, und so sehen wir im Einklang mit unserer Theorie die Anzahl der Teilproducte sehr hoch und die Copulation fast absolut notwendig geworden.“

Am klarsten spricht sich Dr. Dönhoff (in Orsoy) in einem kleinen Aufsatz: „Über die mittlere Lebensdauer der Tiere“ aus[3]). „Aus dem Gesetz von der Constanz der Individuenzahl einer Art für eine bestimmte Gegend folgt ein zweites Gesetz, welches lautet: Im Durchschnitt sterben in einem Jahr so viel Individuen einer Art, als junge Brut im Jahr entsteht. Kennt man nun die Menge Brut, welche ein Männchen und Weibchen einer Art in einem Jahr hervorbringen, so kann man die durchschnittliche Lebensdauer der Art berechnen.“ Diese Berechnung führt er an vielen Beispielen durch. Am Schluss der Arbeit, welche sich diese Berechnungen zum Gegenstand macht, drückt er sich folgendermassen aus: „Da im Durchschnitt jedes Jahr so viel Tiere sterben, als Junge im Jahre entstehen, so kann man bei den verschiedenen Arten die Grösse der Gefahr, von denen ihr Leben umgeben ist, vergleichen.

[1]) Dissertation Jena 1883, pag. 27.

[2]) l. c. pag. 32. Verf. stellt hier eine geistreiche Theorie über den Ursprung der Sexualität auf. Ich kann hierauf nicht eingehen, da es sich hier nicht um die phylogenetische, sondern ontogenetische Entstehung des Geschlechtes handelt.

[3]) Arch. f. Anat. und Phys. 1881. Phys. Abt. pag. 161. Dieses kleine nur vier Seiten lange aber gehaltreiche Schriftchen ist unberücksichtigt geblieben; denn nicht einmal Weismann erwähnt es in seinem Vortrag über die Dauer des Lebens.

Der Hering ist grösseren Gefahren ausgesetzt, als der im Schlamm sich versteckende Aal. Das Schwein wirft zwei mal im Jahr, jedes Mal durchschnittlich acht Junge. Da es in Rudeln zusammen lebt, so wird im Urwald keine Brunst stattfinden, ohne dass es vom Eber besprungen wird. Ein einmaliges Bespringen macht mit seltenen Ausnahmen das Schwein trächtig. Da es im Urwald sich nicht vermehrt, so müssen von 18 Schweinen durchschnittlich 16 umkommen. Es ist also grösseren Gefahren ausgesetzt als das Pferd oder das Rind, die jährlich ein Junges werfen. Die Jungen des Pferdes und des Rindes sind schon bei der Geburt so gross, dass sie nur den grossen Raubtieren zum Opfer fallen können.“ Aus diesen Worten geht klar hervor, wie Dönhoff bereits wusste, dass die Grösse der Gefahr, der ein Tier ausgesetzt ist, (also die Sterblichkeit der Tiere) in Beziehung steht zu der Vermehrungsstärke dieser Art. Jede Vermehrungsstärke der verschiedenen Organismen ist in Anpassung an bestimmte Lebensverhältnisse (d. h. an eine bestimmte Zahl von Feinden, Krankheiten und Zufälligkeiten) erworben.

Salamandra atra produziert jährlich 2—4 Junge, der Feuersalamander aber 50[1]). S. atra lebt im Hochgebirge und hat wenig Feinde. Bekanntlich wird die dunkle Farbe vieler im Gebirge lebenden Tiere durch die schwächere Zuchtwahl in Folge des weniger starken Kampfs ums Dasein erklärt. In Übereinstimmung mit diesen Verhältnissen muss man annehmen, dass der mehr in niedern Gegenden lebende Feuersalamander weit mehr Feinde besitzt und bei ihm eine bedeutende Reduction der Vermehrung eintritt. Dieser Reduction entspricht aber die grosse anfängliche Stärke der Vermehrung.

Besonders sind es die Pflanzenfresser, welche meist stark verfolgt sind und die Nahrung für eine Reihe von Raubtieren liefern und sich daher stark vermehren. Leuckart[2]) sagt, dass die Pflanzenfresser im Ganzen eine ungleich grössere Menge von Material für die Reproduction erübrigen als die andern Tiere. Er wusste sogar schon, dass Stärke und Reduction der Vermehrung in Beziehung zu einander stehen; denn er sagt: „Je vergänglicher ein Tier ist, desto grössere Nachkommenschaft muss es erzeugen[3]).“ Als Beispiele für solche Pflanzenfresser mögen das

---

[1]) Nach Siebold, Zeitschrift f. wiss. Zool. IX 1858.

[2]) Wagners Handwörterbuch der Physiologie, Bd. IV, p. 716, 722.

[3]) l. c. pag. 731.

Schaf, Rind, Pferd dienen. Letztere sind grösser als der Mensch aber dennoch viel fruchtbarer als dieser. Ein Beweis, dass das Grössenverhältniss nicht allein für massgebend gehalten werden kann. Die schwache Vermehrung des Menschen hat vielmehr darin seinen Grund, dass die Kinder im Verhältniss zu den Jungen der Tiere eine geringe Sterblichkeit zeigen. Unter den verschiedenen Racen und Klassen der Menschen selbst ist leicht bei einer starken Reproduction auch eine grosse Sterblichkeit nachzuweisen. Jedoch kann ich leider hierauf nicht näher eingehen. Der Mensch hat sogar eine schwächere Vermehrung als die katzenartigen Raubtiere. Der Löwe vermehrt sich z. B. stärker, trotzdem er grösser ist als der Mensch. Letzterer hat nur wenig durch Feinde und Zufälligkeiten zu leiden, seine Sterblichkeit wird meist nur durch Krankheiten bedingt.

Viele Pflanzenfresser sind polygam, wie bereits im Anfang der Arbeit erläutert wurde. Da sie so stark verfolgt sind, ist auch eine starke Wiedererzeugung durchaus notwendig. Diese Vermehrung wird mit Hülfe eines beständigen Weibchenüberschusses erreicht.

Auch die domesticirten Tiere vermehren sich sehr, da sie in ausserordentlicher Zahl dem Menschen zum Opfer fallen. Auch bei ihnen trifft man Polygamie. An Nahrung fehlt es ihnen nicht, wodurch die Möglichkeit einer so starken Vermehrung gegeben ist.

Ausser Feinden können aber auch noch andere Verhältnisse eine Reduction der Vermehrung herbeiführen, dies ist vor allen Dingen der Zufall. Der Lebenslauf eines Bandwurmes ist ein so vom Zufall abhängiger, dass nur äusserst wenig Junge wieder zur Geschlechtsreife gelangen. „Ein Bandwurm produziert während seiner zweijährigen Lebensdauer 85 Millionen Eier. Bleibt nun die Zahl der Bandwürmer durchschnittlich die gleiche, wie wir wohl annehmen dürfen, so entwickelt sich aus den 85 Millionen Eiern nur einer wieder zu einem Bandwurm. Die Wahrscheinlichkeit der vollen Ausbildung ist also für einen Bandwurm $^1/_{85\,000\,000}$ [1])." Man sieht also eine wie kolossal starke Reduction der Vermehrung der Zufall herbeiführen kann. Ähnliche Verhältnisse finden sich bei andern Parasiten, so bringt der Spulwurm jährlich 64 Millionen Eier hervor. Man kann die Möglichkeit dieser starken Vermehrung erklären durch die reich-

[1]) Leuckart, Parasiten, pag. 108.

liche Ernährung dieser Schmarotzer. Dass diese Möglichkeit aber auch wirklich eintritt, kann nur dadurch erklärt werden, dass diese Tiere sich stark vermehren müssen, wenn die reduzierende Wirkung des Zufalls compensiert wird, wenn sie nicht aussterben, was doch nicht der Fall ist.

Bei solchen Tieren, welche keine Ortsbewegung haben, sondern an bestimmten Stellen festsitzen, ist die Ausbildung eines jungen Tiers ebenfalls sehr vom Zufall abhängig. Auch diese zeigen eine starke Reproduction. Je mehr Individuen produziert werden, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass eins derselben an einen bestimmten Ort kommt. Wenn z. B. bei einer lebenden Art die Wahrscheinlichkeit für einen Embryo zur Ausbildung zu gelangen zehn mal so klein ist als bei einer andern lebenden, so muss erstere unbedingt auch eine zehn mal so starke Reproduction zeigen als letztere; denn sonst existierte sie überhaupt nicht. So werden im Allgemeinen festsitzende oder schwer bewegliche Tiere mehr Nachkommen hervorbringen müssen als solche mit Lokomotion. Es zeigen z. B. Muscheln eine starke Vermehrung. Ostrea cristata produziert 1 Million, Arca Noae 2 Millionen, die Malermuschel 200 000, dagegen die Gartenschnecke nur 30—70 Nachkommen jährlich [1]). Aus diesen Beispielen geht zugleich hervor, dass die starke Reproduction der oben genannten Parasiten nicht eine unbedingte Folge ihres Parasitismus, sondern nur eine Folge der durch ihre Lebensweise bedingten starken Reduction ihrer Vermehrung ist. Die Muscheln sind keine Parasiten, aber dennoch producieren sie ungeheuer viel Nachkommen, weil eben die Reduction ihrer Vermehrung eine so starke ist.

Als eine Wirkung des Zufalls kann es auch angesehen werden, wenn die Tiere z. B. Frösche ihre Eier an ganz ungeeignete Plätze z. B. seichte Tümpel legen, die an einem einzigen sonnigen Tage austrocknen können. Diese Tiere haben daher auch ein ausserordentlich starkes Vermehrungsvermögen, bei ihnen „ist von vornherein auf starken Verlust gerechnet“, um mit Born zu sprechen.

Wir gelangen also zu dem Resultat, dass die Stärke und Reduction der Vermehrung in Beziehung zu einander stehen, dass sie bei ungefähr gleichbleibender Individuenzahl einander direkt proportional sind, d. h. wenn ein Tier noch einmal so viel Junge produziert als ein anderes, so ist die Sterblichkeit der Tiere auch

[1]) Wagners Handwörterbuch, Band IV, Leuckart Zeugung, pag. 710.

noch einmal so gross, weil ja nach der Voraussetzung die Zahl derselben ungefähr constant bleibt.

Aus der biologischen Betrachtung der Lebensverhältnisse der Tiere ergiebt sich also die Notwendigkeit einer bestimmten Stärke der Vermehrung. Für die physiologische Frage, wie diese nun ermöglicht wird, kommen die von Leuckart, Bergmann und Spencer aufgestellten Theorien in Betracht. Und zwar kann diese Möglichkeit auf sehr verschiedene Weise herbeigeführt werden, wie die meist mit grossem Scharfsinn aufgestellten Theorien zeigen.

Wenn nun alle lebenden Wesen eine ihren Lebensverhältnissen entsprechende Vermehrung haben, so fragt sich, auf welche Weise die Erwerbung einer solchen Eigenschaft vor sich gegangen ist. Die Beantwortung dieser Frage ist sehr leicht. Zunächst ist es bekannt, dass alle Wesen z. B. die Menschen unter denselben äussern Verhältnissen eine verschieden starke Vermehrung zeigen. Die Variation in dieser Beziehung ist eine sehr grosse. Keine Eigenschaft ist vielleicht so unbeständig als gerade diese.

Es wurde aber auch gezeigt, dass die Vermehrung auch von äussern Einwirkungen sehr abhängig ist. Es giebt keine Eigenschaft, welche so leicht veränderlich ist als die, welche die Stärke der Vermehrung bestimmt. Die Thatsachen lehren, dass im Mangel die Reproduction abnimmt, im Überfluss zunimmt. Findet nun eine zu starke Vermehrung statt, so dass mehr Individuen vorhanden sind, als es den Ernährungsverhältnissen entspricht, so wird durch die zunehmende Nahrungsconcurrenz, also durch die schlechtere Ernährung die Reproduction wieder vermindert.

Wäre umgekehrt die Vermehrung zu schwach, so würde weniger Nahrung im Ganzen consumiert, jedes Individuum könnte sich besser ernähren, seine Reproduction muss zunehmen.

Unter gleichbleibenden äussern Verhältnissen herrscht also in der Reproduction ein Schwanken um einen Gleichgewichtszustand; eine zu starke Vermehrung bewirkt wieder eine Verminderung derselben, es findet also auch unter gleichen Umständen eine Regulierung derselben statt. Durch diese Regulierung werden daher die Schädlichkeiten der Variation wieder aufgehoben.

Die Stärke der Vermehrung schwankt um ein Mittel. Die Tiere, welche hiervon abweichen, schaden, wie bewiesen wurde, ihrer Fortpflanzung. Es werden von der Natur demnach diejenigen ausgelesen, welche eine normale den Verhältnissen entsprechende Reproduction zeigen. Es folgt auch noch hieraus, dass die Eigen-

schaft, welche die Stärke der Vermehrung bestimmt, eine stärkere Anpassungsfähigkeit als vielleicht irgend eine andere Eigenschaft hat.

β. Die Regulierung der Reproduction.

Bei allen Organismen ist die Vermehrung weit stärker als die Fortpflanzung. Trotz der späteren Reduction der Vermehrung ist es nützlich, wenn die so reduzierte Zahl den Ernährungsverhältnissen entspricht, wenn also — unter der Voraussetzung, dass die Stärke der Fortpflanzung ungefähr dieselbe bleibt, was man wohl annehmen darf — die Vermehrung sich nach der Existenzmöglichkeit richtet.

Man könnte dies bezweifeln und vermuten, dass die Fortpflanzungsstärke der Tiere unabhängig von äussern Umständen also stets proportional der Anzahl der produzierten Nachkommen sei. Man könnte der Theorie folgendes Beispiel entgegenhalten: Es herrscht so grosser Nahrungsmangel, dass 90 % der Tiere zu Grunde gehn. Trotzdem produziert ein Tier hundert Nachkommen, während ein anderes unter diesen Verhältnissen nur zehn erzeugt. Alsdann könnte man glauben, dass in folge der Sterblichkeit von erstern zehn, von letzteren nur eins übrig bleiben würde, dass ersteres Tier sich also doch trotz Nahrungsmangel zehn mal so stark fortpflanzen würde als letzteres. Dieser Entwurf wird durch Folgendes widerlegt.

Es ist zunächst nötig noch einmal den Unterschied hervorzuheben zwischen zwei Worten, welche gewöhnlich als gleichwertig gebraucht werden. Die Vermehrung wird bestimmt durch die Anzahl Junge, welche ein Tier überhaupt hervorbringt, die Fortpflanzung eines Tieres jedoch bemisst sich nur nach der Zahl der Jungen, welche zur Ausbildung und Vermehrung gelangen. So unterscheiden sich die beiden Begriffe leicht.

Ob nun eine grosse Vermehrung mit einer stärkeren Fortpflanzung verknüpft ist, das hängt von den äusseren Umständen ab, in denen sich die Species befindet. Es ist selbstverständlich, dass eine starke Reproduction im Fall eines Ueberflusses von Nutzen ist, da ja diese vielen Nachkommen sich ernähren und vermehren können. — Bei Nahrungsmangel indessen verhält es sich anders. Wenn z. B. ein Weibchen $10a$ Junge produziert, so wird jedes im Allgemeinen von der Mutter viel weniger gut ernährt sein resp. wird weniger Dottermaterial erhalten haben, als wenn es nur a erzeugt hätte. Allerdings können hier in einzelnen Fällen Ausnahmen stattfinden, aber durchschnittlich wird dies

der Fall sein. Bei einer solchen Ueberproduction während des Mangels werden die Jungen schon von vorn herein schwächlicher ausgebildet sein als die, von denen nur *a* geboren wurden. Erstere werden daher eine weit grössere Sterblichkeit zeigen als letztere. Aber selbst wenn dies nicht einträte, so werden von ihnen doch viel mehr zu Grunde gehen als von denen, welche eine geringere Zahl darstellen. Sie werden sich den Kampf ums Dasein noch gegenseitig erschweren, sie werden den relativen Mangel, der sich nach der Nahrungsmenge pro Kopf bemisst, noch vergrössern, z. B. würde hier die Nahrungsmenge pro Individuum anfangs nur etwa ein zehntel von der sein, welche den andern Tieren zur Verfügung steht. Man muss bedenken, dass Geschwistertiere sich von der Geburtsstätte aus verbreiten, dass sie während ihres Lebens ein Gebiet durchwandern werden, welches der Wahrscheinlichkeit nach diesen Ausgangspunkt zum Centrum hat. Dadurch dass diese Geburtsstätte nicht ein Punkt, sondern das ganze oder ein Teil des Verbreitungsgebietes der Mutter sein kann, wird dies Verhältniss nicht geändert. Hieraus geht hervor, dass Geschwistertiere sich am allermeisten den Kampf um's Dasein erschweren werden. Ganz besonders stark wird dies aber bei Ueberproduction im Nahrungsmangel eintreten. Die Folge von dieser Nahrungsconcurrenz wird sein, dass die Tiere sich erst recht weniger gut ausbilden werden als unter normalen Verhältnissen. Die an und für sich schon grosse Sterblichkeit wird durch diesen zweiten Umstand noch verstärkt. Wenn z. B. von der vorhandenen Nahrung nur *a* Individuen leben können, so müssen von den 10 *a* Jungen unbedingt 9 *a* sterben. Die übrig bleibenden *a* werden in folge der schlechteren Ernährung vor der Geburt und nach derselben und endlich deswegen eine grössere Sterblichkeit zeigen, weil auf ihrem Verbreitungsgebiete überhaupt nicht mehr so viel Nahrung vorhanden ist, als wenn von anfang an nur soviel Tiere dagewesen wären, als unter diesen Verhältnissen hätten leben und gedeihen können. Es ist also unzweifelhaft, dass von dem ersten Tier trotz zehnfacher Vermehrung nicht so viel Junge zur Ausbildung gelangen werden, als von dem zweiten. — Aber eine Ueberproduction zieht noch weitere Schäden nach sich. Es werden nämlich auch diese wenigen Tiere der mangelhafteren Ernährung wegen pro Individuum weniger Nachkommen erzeugen als die besser genährten Jungen des zweiten Tieres. Und endlich werden diese wenigen Nachkommen dieser wenigen Tiere schwächlicher sein und noch eine grössere Sterblichkeit zeigen, weil ihre Erzeuger sich nicht genügend hatten ausbilden können.

Es ist also zu vermuten, dass ein Tier sich im Ueberfluss stärker, im Mangel aber nur schwächer vermehren wird als unter normalen Verhältnissen, dass es für die Fortpflanzung der Tiere am vorteilhaftesten ist, wenn sich ihre Vermehrung demgemäss reguliert. Die Vermehrung wird also von der Ernährung abhängig sein. Häckel hat daher bereits in seiner generellen Morphologie die Fortpflanzung eine Ernährung und ein Wachstum des Organismus über das individuelle Mass hinaus genannt, welches einen Teil desselben zum Ganzen erhebt.

Trotzdem es ziemlich leicht einzusehen ist, dass die Vermehrung mit der Ernährungsstärke zu- und abnehmen wird, so sind doch einzelne hiergegen sprechende Theorieen aufgestellt worden.

Nach Spencer[1]) hat Doubleday die Lehre aufgestellt, dass „überreichliche Ernährung ein Hinderniss der Vermehrung bildet, während auf der andern Seite eine beschränkte oder mangelhafte Ernährung die letztere begünstigt und steigert.“ Oder wie er sich an einer andern Stelle ausdrückt: „Mag die Intensität des natürlichen Vermehrungsvermögens bei irgend einer Species sein, welche sie wolle, so wird dieselbe doch stets durch den plethorischen Zustand gedämpft, während der deplethorische Zustand sie unabänderlich steigert, und dies findet genau proportional dem Verhältniss der Intensität und der Vollkommenheit des einen oder andern Zustandes statt, bis jeder Zustand so weit geführt ist, dass er selbst den thatsächlichen Tod des Tieres oder der Pflanze nach sich zieht.“

Spencer weist nun nach, dass die von Doubleday citierten Thatsachen unpassend sind, da die Unfruchtbarkeit keine Folge von Prosperität, sondern von unnatürlicher Fettleibigkeit war. Bei den in bezug auf Pflanzen angeführten Thatsachen beachtete Doubleday nicht das Auftreten ungeschlechtlicher Fortpflanzung.

Aber auch in der theoretischen Ableitung Doubledays weist Spencer die stärksten Fehler nach. Dieser argumentiert folgendermassen: „der plethorische Zustand der irgend eine Organismenart bildenden Individuen setzt Lebensbedingungen voraus, welche der Erhaltung günstig sein müssen, so dass die Art keine Gefahr laufen kann und in Folge dessen eine rasche Vermehrung unnötig wird. Umgekehrt soll ein deplethorischer Zustand auf ungünstige Bedingungen hinweisen, welche eine aussergewöhnliche Sterblickeit nach sich ziehen und damit die Notwendigkeit einer gesteigerten

[1]) Principien der Biologie, Übers. von Vetter, pag. 535.

Fruchtbarkeit ergeben, um die Race vor dem Aussterben zu bewahren. — Es lässt sich jedoch mit Leichtigkeit zeigen, dass eine solche Einrichtung das gerade Gegenteil von einer Selbstanpassung wäre. Denken wir uns einmal eine Species, deren Individuen allzu zahlreich für die ihnen gebotene Nahrung wären und in Folge davon sich im deplethorischen Zustande befänden. Die Species wird dann nach Doubleday's Annahme aussergewöhnlich fruchtbar werden und die nächste Generation wird also eher zahlreicher als weniger zahlreich sein. Denn nach seiner Hypothese ist ja die ausserordentliche Fruchtbarkeit, welche auf dem deplethorischen Zustande beruhte, selbst wieder die Ursache einer ungewöhnlich lebhaften Vermehrung der Bevölkerung. Wenn aber die nächste Generation zahlreicher geworden ist, während die zugängliche Nahrungsmenge dieselbe geblieben oder eher noch unter dem Einflusse der lebhafteren Bewerbung um dieselbe abgenommen hat, dann wird sich auch diese nächste Generation in einem noch mehr deplethorischen Zustande befinden und also auch noch fruchtbarer werden. So wird denn eine fortwährende Zunahme des Vermehrungsverhältnisses und eine fortschreitende Abnahme der zugänglichen Nahrungsmenge stattfinden, bis eben die Species verschwunden ist. — Denken wir uns auf der andern Seite, dass die Glieder einer Species sich in aussergewöhnlich plethorischem Zustande befinden. Ihr Vermehrungsverhältniss, das sonst gewöhnlich genügte, um sie so ziemlich auf gleicher Zahl zu erhalten, wird nun diesem Anspruche nicht mehr genügen können. In der nächsten Generation werden wir in Folge dessen weniger Individuen finden, um die bereits reichlich vorhandene Nahrung zu verzehren, und indem diese nun relativ noch reichlicher wird, müssen die wenigen Glieder der Species noch plethorischer und noch weniger fruchtbar werden als ihre Eltern. Denken wir uns aber diese Wirkungen und Rückwirkungen fortgesetzt, so muss die Species sehr bald in Folge absoluter Unfruchtbarkeit aussterben."

Trotzdem diese Worte Spencers nur in einer Anmerkung sich finden, wurden sie doch wiedergegeben, einmal um ähnlichen Behauptungen wie die Doubleday's entgegenzutreten und ferner weil sich hier, wenn auch etwas versteckt, der Gedanke findet, dass bei Bestimmung der Stärke der Reproduction die Nützlichkeit massgebend ist.

In neuerer Zeit hat Nussbaum[1]) bei Gelegenheit der Be-

[1]) Archiv für mikroscopische Anatomie, 18. Bd., pag. 4. Nussbaum: Zur Differenzierung des Geschlechtes im Tierreich.

schreibung seiner morphologischen Studien eine der Doubleday's nicht unähnlichen Behauptung aufgestellt. Auch hier mögen die Worte des Forschers angegeben werden:

„Im Winter 1877—1878 zog ich zwei Bruten getrennt, von denen die eine gut, die andere nur kümmerlich sich nähren konnte. Untersuchte ich nun die gutgenährten, deren Hinterbeine schon die Anlage der Zehen zeigten, so fand ich in den Geschlechsdrüsen dasselbe Stadium wie in den schlecht genährten, obwohl die letzteren nichts weiter als jene weisslichen Höckerchen zur Seite des Afters, die erste nur mit der Loupe sichtbare Anlage der Hinterbeine, aufwiesen. Man kann also nicht mit Sicherheit bestimmen, welcher Zustand der Geschlechtsdrüsen bei diesem oder jenem Entwickelungsgrade der Larve wird gefunden werden; man ist dagegen wohl im Stande, anzugeben, welche Veränderung einem bestimmten Zustande voraufgeht oder folgen wird. Zugleich zeigt aber auch der obige Versuch, welche grosse Rolle in der tierischen Oekonomie die Geschlechtsorgane spielen: das Individuum verkümmert wegen mangelnder Ernährung; die Geschlechtsdrüsen entwickeln sich weiter.“

Nussbaum scheint also die Ansicht auszusprechen, dass es vorteilhaft für die Fortpflanzung der Tiere sei, wenn selbst im Mangel vor allen Dingen für die Vermehrung der Individuenzahl gesorgt wird. Nach allen bisherigen Erörterungen wird es wohl nicht nötig sein, noch einmal darauf hinzuweisen, dass es am vorteilhaftesten ist, wenn die Zahl der Tiere genau den Existenzbedingungen entspricht und die Vermehrung letzteren gemäss reguliert wird.

Was nun die Thatsache selbst betrifft, so lässt sich ihr eine grosse Zahl von andern, bessern entgegenstellen, und man wird wohl nicht mehr daran zweifeln, dass diese Ansicht nur auf einen Fehler in der Beobachtung oder auf unrichtiger Deutung beruht.

Es ist also mit genügender Ausführlichkeit gezeigt worden, dass ein Tier, *welches trotz Nahrungsmangel sich stark vermehrt, sich schwächer fortpflanzt als ein Tier, welches nur so viel Nachkommen erzeugt, als unter diesen Umständen leben und gedeihen können.*

Für die Stärke der Fortpflanzung wird es daher vorteilhaft sein, wenn die Tiere sich in der Stärke ihrer Vermehrung genau den vorhandenen Existenzmitteln anschmiegen, *wenn sie die nützliche Eigenschaft haben, ihre Reproduction den Bedingungen gemäss zu regulieren.*

Man darf daher wohl vermuten, dass alle organisirten Wesen in folge ihrer Variabilität und mit Hülfe der natürlichen Züchtung nützlicher Eigenschaften die Eigentümlichkeit erlangt haben werden, dass die wechselnde Ernährung erstens überhaupt einen grossen Einfluss auf das Genitalsystem hat, und zweitens, dass diese dahin wirkt, bei Ueberfluss an Nahrung eine stärkere Reproduction und bei Mangel eine schwächere eintreten zu lassen.

Die Erfahrung beweist nun, wie sehr diese Vermutung gerechtfertigt ist.

Es war dem scharfen Beobachtungsgeiste Darwins[1]) wohl bekannt, dass der Genitalapparat der gegen wechselnde Ernährung empfindlichste Theil des ganzen Körpers ist. Er sagt darüber: „Es kann nachgewiesen werden, dass das Reproductionssystem in ausserordentlichem Grade — doch wissen wir nicht warum — für veränderte Lebensweise empfindlich ist.“ An einer anderen Stelle[2]) sagt er, dass, „wenn Pflanzen und Tiere aus ihren natürlichen Verhältnissen gerissen werden, es vorzugsweise die Fortpflanzungsorgane sind, welche dabei angegriffen werden.“

Die Thatsache, dass bei Überfluss die Reproduction stärker ist als bei Mangel, ist schon früher von vielen Forschern beobachtet worden. Diese glaubten die Mehrproduction dadurch genügend erklären zu können, dass sie auf die Möglichkeit derselben bei starker Ernährung hinweisen. Damit ist aber die Nothwendigkeit ihres Eintritts noch nicht erwiesen. Bei vermehrter Nahrungszufuhr könnten auch andere Teile stärker ernährt werden, z. B. die Augen. Dies geschieht aber nicht, weil es nicht nur nicht nützlich, sondern sogar schädlich wäre.

Es ist also eine besondere Eigenschaft der Tiere, dass gerade der Reproductionsapparat so stark durch die Ernährung beeinflusst wird, und zwar eine Eigenschaft, deren Nützlichkeit nachgewiesen wurde.

Gehen wir jetzt dazu über das Vorhandensein dieser nützlichen Eigenschaft durch Thatsachen zu beweisen.

aa. Beim Menschen.

Betrachten wir zunächst die Erscheinungen, wie wir sie beim Menschen beobachten können. Hier bemerken wir, wie sehr

---

[1]) Darwin, Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl. Uebers. v. Carus, pag. 247.

[2]) Darwin, Entstehung der Arten. Uebers. v. Bronn, p. 276.

eine bessere Ernährung und geringere Körperanstrengung, welche indirect die Wirkung der ersteren unterstützt, die Raschheit der Ausbildung und die Leistungsfähigkeit der Geschlechtsorgane befördert. Der besser genährte und mehr eine sitzende Lebensweise führende Städter ist durchschnittlich geschlechtlich eher reif als der Landbewohner, der sich vielfach schlechter nährt und weit angestrengter arbeitet [1]). Da seine Muskeln mehr Nahrung in Anspruch nehmen, von der ihm oft nicht einmal genügend zu Gebote steht, so kann sein Geschlechtssystem, dessen Ausbildung ja sehr abhängig ist von der Nahrungszufuhr, erst später zur Reife gelangen. Es ist bekannt, dass Entbehrungen die Mannbarkeit verzögern, während wir wiederum sehen, dass sie bei höhern, also besser genährten Klassen der Bevölkerung früher eintritt als bei niedern. Bei geringer Nahrung nimmt die Menstruation ab, sie ist stärker bei Städterinnen als bei Bäuerinnen, stärker bei Müssiggang als bei körperlicher Arbeit [2]).

In Frankreich hat De Boismont [3]) nachgewiesen, dass die Städterinnen um ein ganzes Jahr früher menstruiren als Bäuerinnen. Auch Szukits [3]) kam zu demselben Resultat, und zwar fand er in Oesterreich diesen Unterschied gleich einem halben Jahr. Damit in Übereinstimmung stehen die Untersuchungen von Schlichting und Hecker [4]). Letzterer fand unter 4186 Fällen, dass im 16. Jahre bei Städterinnen 19,59 %, auf dem Lande 16,92 % zum ersten Male menstruirten. Schlichting erhielt aus 10522 Fällen das Resultat, dass im 16. Jahre bei 19,013 % Städterinnen und bei 18,534 % Bäuerinnen die Menstruation zum ersten Mal eintrat.

Auch durch die Statistik ist es längst bewiesen worden, wie sehr die Reproduction von der Ernährung abhängig ist. Nach fruchtbaren Jahren werden erheblich mehr Kinder geboren als unter normalen Verhältnissen, während nach einer Hungersnot das Entgegengesetzte der Fall ist. Statistische Beweise können erst später angeführt werden.

Unter den verschiedenen Rassen des Menschen kann man

---

[1]) Ploss, Monatsschrift für Geburtskunde, B. XII, pag. 344.

[2]) Burdach, Physiologie.

[3]) Hermann, Physiol.: Hensen, Phys. d. Zeugung, pag. 65.

[4]) Schmidts Jahrbücher d. ges. Med. 187 pag. 154 (Original: Arch. f. Gynäk. XVI pag 203. Schlichting, Statistisches über den Eintritt der ersten Menstruation).

ähnliche Unterschiede bemerken. Nach den von Spencer[1]) citirten Beobachtungen des Reisenden Barrow „sind die Boers am Cap der guten Hoffnung verdrossen zu arbeiten und der Ausschweifung hingegeben. Ihre Frauen führen ein Leben der sorglosesten Unthätigkeit. Die Hottentotten dagegen müssen, trotzdem sie arm und schlecht genährt sind, alle Arbeit für sie verrichten.“ Dem entspricht die Vermehrungsfähigkeit dieser Völker. „Sechs oder sieben Kinder in einer Familie der Boers werden als eine geringe Zahl betrachtet; ein Dutzend bis zwanzig ist gar nichts Ungewöhnliches.“ Die Hottentotten hingegen „haben selten mehr als drei Kinder; und viele ihrer Frauen sind unfruchtbar.“ Im Gegensatz hierzu steht die aussergewöhnliche Fruchtbarkeit der Kaffern, welche reich an Vieh ein sorgloses Leben führen. „Sie sollen ausserordentlich fruchtbar sein; es wird gesagt, dass Zwillingsgeburten beinah ebenso häufig vorkommen als einfache.“

Wenn diese Behauptungen, wie auch Spencer meint, etwas über die Wahrheit hinausgehen — denn statistische Angaben von Reisenden müssen stets mit Vorsicht aufgenommen werden — so bleibt auch nach einer bedeutenden Reduction der Unterschied noch sehr gross. —

Auch der Einfluss des Klimas ist ein bedeutender. Je weniger der Mensch für Wärmeproduction auszugeben hat, desto mehr Stoff kann er für die Geschlechtsthätigkeit erübrigen. So nimmt nach Süden hin die Menge der Menstrualblutung zu. Sie soll bei Engländerinnen und Norddeutschen 90—105 gr., bei Süddeutschen 230 gr., bei Spanierinnen 350 gr., bei Negerinnen sogar bis zu 600 gr. wiegen[2]). Ludwig selbst bezeichnet diese Zahlen als unzuverlässig. Sie sind unzweifelhaft übertrieben und die Unterschiede nicht so bedeutend.

Im wärmeren Klima tritt auch die Geschlechtsreife frühzeitiger ein. Dies zeigt sich z. B. nach Corradi[3]) bei der Vergleichung von Süd- und Nord-Italien. Die frühere Meinung indessen, dass die Lappinnen nur im Sommer menstruirten, ist falsch. Ferner sind frühzeitige Ehen nicht immer ein Zeichen früher Geschlechtsreife, da sie auch im Norden vorkommen. Die Moralität scheint hier einen grösseren Einfluss auszuüben[4]). Endlich hängt

---

[1]) l. c. pag. 533.

[2]) Ludwig, Physiologie pag. 447.

[3]) Schmidts Jahrb. d. ges. Med. 175 pag. 207. (Original: Dell' ostetricia in Italia etc.).

[4]) l. c. 43 pag. 97. Robertson, Frühzeitige Ehen etc.

der Eintritt der Menstruation von der Rasse ab, z. B. menstruiren die Töchter der Eskimos nach Tilt[1]) ein wenig früher als die der Dänen und Norweger. Als Durchschnitt lässt sich jedoch nach Tilt angeben, dass die Menstruation im heissen Klima mit 13 Jahren ½ Mon., im mittleren mit 14 Jahren 4 Mon. und im kalten Klima mit 15 Jahren 10 Monaten auftritt. Es ist also sicher, dass die Wärme den Eintritt derselben beschleunigt. —

Wie das Klima, so wirken auch die Änderungen der verschiedenen Jahreszeiten auf die Reproduction der Menschen. Im Winter wird bedeutend mehr Material für den individuellen Haushalt verbraucht als im Sommer, wo der Mensch also mehr Stoff für die Reproduction ausgeben kann. Dass er dies auch wirklich thut, beweisen die Thatsachen. Der Überschuss der Einnahmen über die Ausgaben im Sommer wird vielleicht zu Anfang besonders gross sein, weil der Mensch später weniger Nahrung zu sich nimmt, sich also accommodiert. Hierin liegt vielleicht der Grund, warum gerade im Frühling die Zeugungsthätigkeit einen hohen Grad erreicht.

Trefflich illustrirt werden diese Verhältnisse durch die beigefügte Tabelle No. I, welche einem statistischen Werke von Horn entnommen ist[2]). Unter I stehen die absoluten Zahlen der Conceptionen in den einzelnen Monaten. Nach der Grösse derselben kann die Tragweite der aus ihnen abgeleiteten Gesetzmässigkeiten abgeschätzt werden. Man sieht sofort, dass diese Zahlen stark schwanken. Teilweise wird dies aber bewirkt durch die verschiedene Länge der einzelnen Monate. Um diesen Einfluss zu eliminieren, ist es notwendig, die Zahlen für einen Monat von einer bestimmten Anzahl Tage umzurechnen. Zweckmässig ist es ferner, diese corrigierten Grössen auf eine Summe von jährlich 12000 Geburten zurückzuführen, da alsdann eine directe Vergleichung der einzelnen Zahlen stattfinden kann.

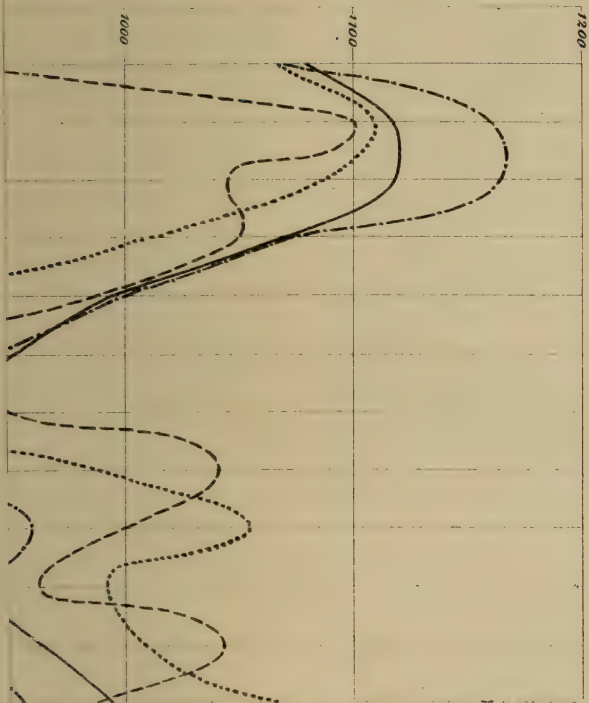
Diese auf einen Monat von 31 Tagen corrigierten und auf 12000 jährliche Geburten reducierten Zahlen finden sich unter II.

Zunächst ersieht man, dass das Maximum der Conceptionen in die Monate Mai und Juni fällt, wie zu erwarten war. Kleinere Erhebungen zeigen sich noch im Dezember, was zweifellos eine Wirkung der Familienfeste ist.

---

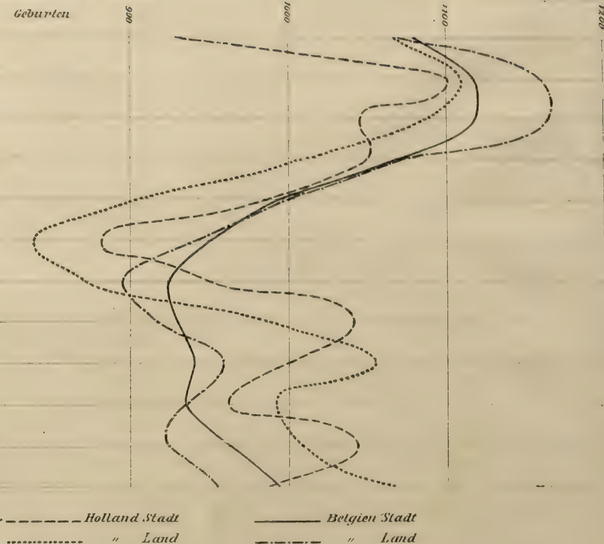
[1]) Hermann, Physiol. Hensen, Phys. der Zeugung pag. 65.

[2]) Bevölkerungswissenschaftliche Studien aus Belgien von J. C. Horn. Leipzig 1854, pag. 321.

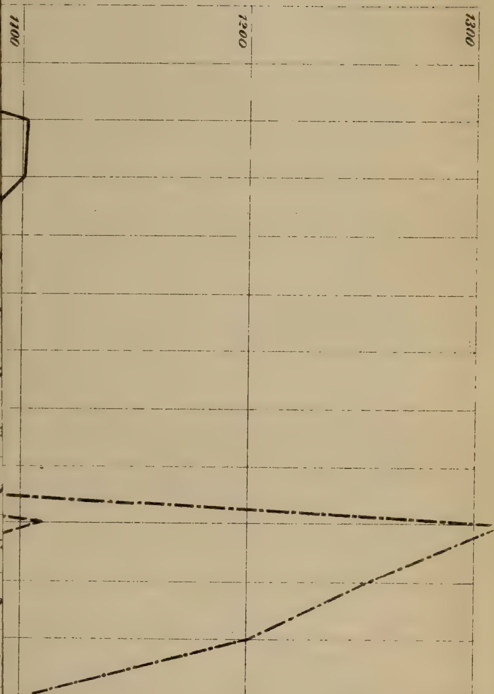

1000
1100
1200

Belgien Stadt
" Land

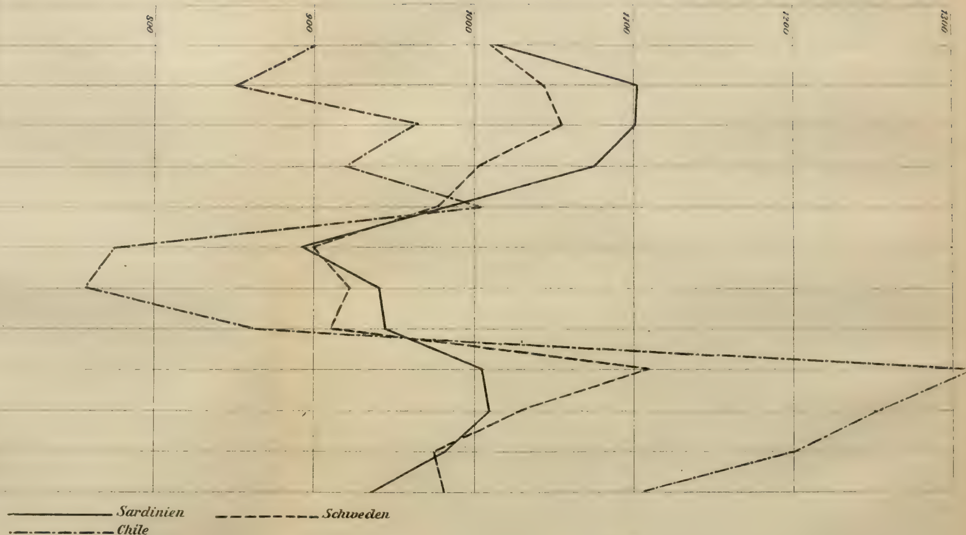
Monat der Conception	I Belgien Überhaupt	Stadt	Land	Holland Überhaupt	Stadt	Land	II Belgien Überhaupt	Stadt	Land	Holland Überhaupt	Stadt	Land
April	12,299	3333	8966	9745	3060	6207	1068	1062	1070	1096	929	1067
Mai	12,134	3200	8934	9312	3632	6457	1150	1116	1162	1144	1102	1110
Juni	13,255	3499	9756	9954	3443	6268	1150	1115	1164	1119	1045	1077
Juli	11,932	3251	8681	8764	3458	5821	1068	1068	1068	1018	1049	1001
August	11,537	3131	8406	8274	3258	5261	1002	998	1003	924	989	904
September	10,536	2892	7644	7331	2910	4894	947	954	944	856	883	841
October	10,411	2907	7504	7598	3153	5084	904	926	895	854	957	874
November	10,612	2915	7697	8499	3436	5762	924	929	918	956	1043	990
December	10,620	2848	7772	8841	3346	6146	954	940	959	1026	1015	1057
Januar	10,783	2930	7853	8888	3172	5799	936	934	937	999	962	997
Februar	10,421	2926	7495	8537	3443	5889	936	965	926	992	1045	1012
März	11,111	3114	7997	9034	3246	6223	964	993	954	1016	982	1070
Summa	135651	36946	98705	104717	38808	68495	12000	12000	12000	12000	12000	12000
Mittel	11,304	3079	8225	8726	3234	5708	1000	1000	1000	1000	1000	1000

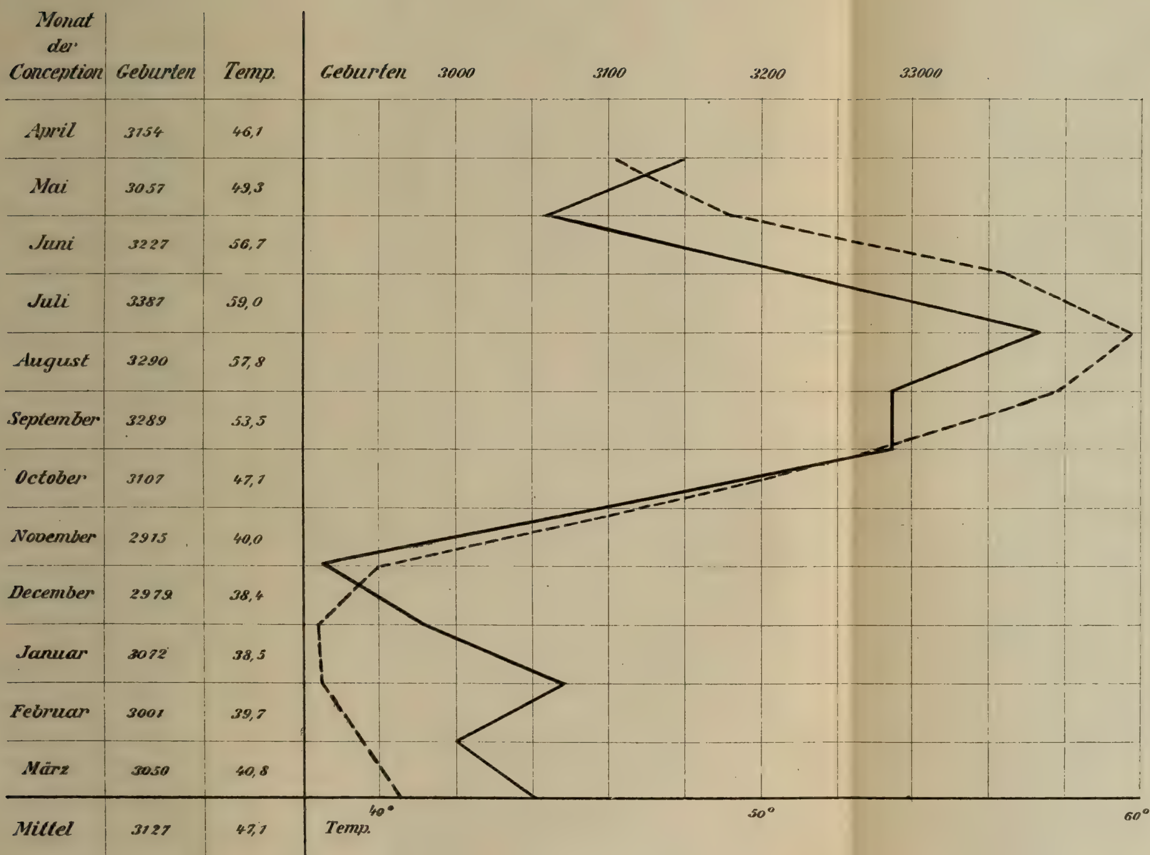


Monat der Conception	*Sardinien 1828–37*	*Schweden 1851–55*	*Chi 1848*
April	1016	1013	90
Mai	1101	1046	85
Juni	1100	1056	96
Juli	1078	1006	91
August	989	982	100
September	895	900	77
October	943	922	75
November	944	912	86
December	1004	1110	13
Januar	1010	1033	125
Februar	984	975	120
März	936	979	111



Monat der Conception	Sardinien 1828-37	Schweden 1851-55	Chile 1848-49
April	1016	1013	900
Mai	1101	1046	851
Juni	1100	1056	965
Juli	1078	1006	919
August	989	982	1003
September	895	900	773
October	943	922	757
November	944	912	863
December	1004	1110	1314
Januar	1010	1033	1253
Februar	984	976	1200
März	936	979	1112





Monat der Conception	Geburten	Temp.
April	3154	46,1
Mai	3057	49,3
Juni	3227	56,7
Juli	3387	59,0
August	3290	57,8
September	3289	53,5
October	3107	47,1
November	2915	40,0
December	2979	38,4
Januar	3072	38,5
Februar	3001	39,7
März	3050	40,8
Mittel	3127	47,1

Je unabhängiger sich der Mensch von der Natur gemacht hat, desto weniger werden auch die Veränderungen der Temperatur auf die Stärke seiner Reproduction von Einfluss sein. Dies finden wir bestätigt, wenn wir die Zahlen betrachten, welche für die Stadt- resp. Landbewohner gelten. Die Zahl der Conceptionen steigt im Frühjahr bei letzteren viel bedeutender und ebenfalls liegt das Minimum bedeutend tiefer als das bei den Städtern. Die Reproductionsstärke der Landbewohner ist also, wie zu erwarten war, weit abhängiger von den Veränderungen in der Natur als die der Stadtbewohner, welche bereits eine grössere Unabhängigkeit erlangt haben.

Eine fernere Tabelle, No. II, welche der Statistik von Wappäus entnommen ist, zeigt, wie das Maximum der Reproduction in andern Klimaten auch in andere Monate fällt als bei uns. Die Zahlen sind bereits auf einen Monat von 30 Tagen corrigiert und auf 12 000 jährliche Geburten reduziert. Im gemässigten Klima fällt die stärkste Conceptionsfrequenz in die Monate Mai und Juni, in Chile dagegen den dortigen Jahreszeiten gemäss in den December, Januar und Februar.

Wie sehr die Conceptionsfrequenz von der Temperatur abhängig ist, wird am besten an der Tabelle No. III ersehen, welche einer Arbeit von Haycraft[1]) entnommen ist. Die Zahlen gelten für die acht grossen Städte Schottlands. Man sieht hieraus deutlich, wie mit der Temperatur auch die Zahl der Conceptionen steigt und fällt. Nur der Januar zeigt eine von der Temperatur unabhängige Zunahme, welche nach Haycraft mit der dortigen Feier des Neujahrsfestes in Zusammenhang steht.

Aus den Zahlen lässt sich leicht berechnen, dass eine Temperatursteigerung um 1 ° F. eine Vermehrung der Conceptionen um 5 % bewirkt. Diese ist nach Haycraft nicht darauf zurückzuführen, dass eine verstärkte Coitusfrequenz stattfindet, sondern darauf, dass die Conceptionsfähigkeit der weiblichen Individuen zunimmt.

Er schliesst nämlich folgendermassen: Das Intervall zwischen Insemination und Entbindung dauert durchschnittlich 275 Tage[2]), die Dauer der Schwangerschaft, von der Conception bis zur Ent-

---

[1]) John Berry Haycraft, On some physiological Results of Temperature-variations. Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XXIX.

[2]) Matthews Duncan, Fertility, Fecundity and Sterility. Citiert von Haycraft.

bindung gerechnet, 272 Tage. Folglich verfliessen durchschnittlich drei Tage von der Insemination bis zur Conception.

Aus den Zahlen geht aber hervor, dass Conceptions- und Temperaturmaximum nur um zwei Tage auseinander fallen, die stärkste Coitusfrequenz müsste also in die Zeit vor dem Maximum der Temperatur fallen, kann mithin keine Folge derselben sein.

Der Einfluss der Temperatursteigerung auf die Häufigkeit der Geschlechtsacte ist daher bedeutend kleiner. Vielmehr wirkt die Wärme direct auf die weiblichen Genitalien ein und erhöht die Conceptionsfähigkeit.

Indessen wurde schon darauf hingewiesen, dass es vielleicht weniger die Temperatur selbst, als die Steigerung derselben ist, welche auf die Genitalien einwirkt. Je rascher die Temperatur zunimmt, je mehr der Körper also an Stoffen aufgenommen hat und ausgeben kann, und je weniger er infolge der verminderten Wärmeproduction hiervon wirklich ausgiebt, desto mehr erübrigt er für die Reproduction.

In den meisten Ländern fällt auch in der That das Maximum der Conceptionen in das Frühjahr. Die auf besondere klimatische Verhältnisse zurückzuführende Ausnahme der schottischen Städte kann diese Regel nicht erschüttern. In Preussen fällt das Maximum der Geburten, wie später an sehr grossen Zahlen nachgewiesen werden soll, in die Monate April, Mai und Juni.

Das aber ist an dem Gedankengang Haycrafts jedenfalls richtig, dass es nicht etwa blos die gesteigerte Coitusfrequenz ist, welche die Conceptionen vermehrt, sondern dass die Temperatur auf die weiblichen Genitalien wirkt und eine verstärkte Conceptionscapacität hervorruft.

Wie dies geschieht, darüber liessen sich leicht Vermutungen aussprechen. Indessen wird es besser sein, wenn dies spätern Untersuchungen vorbehalten bleibt.

An diesen Beispielen haben wir also gesehen, wie die Reproduction der Menschen infolge nützlicher Eigenschaften je nach der Gunst oder Ungunst der Verhältnisse verstärkt oder vermindert wird.

bb. Bei Tieren.

Eine sehr grosse Zahl von Thatsachen lässt sich dafür anführen, dass auch bei Tieren der Fortpflanzungsapparat sehr empfindlich gegen äussere Einwirkungen ist. Und zwar wird auch hier die Vermehrung je nach den Existenzbedingungen reguliert.

Unter günstigen Verhältnissen wird sie vermindert, unter ungünstigen verstärkt.

Crampe[1]) hatte bei seinen Zuchtversuchen mit der Wanderratte Gelegenheit, den Einfluss der Ernährung auf die Reproduction bei diesem Tiere zu beobachten. Anfangs wurden seine Tiere sehr mangelhaft ernährt, während er später besser für sie sorgen konnte. Er sagt hierüber: „Als die Ratten rationeller ernährt wurden, wurden dieselben früher fortpflanzungsfähig, warfen häufiger und liessen seltener ihre Nachkommen zu Grunde gehen.“

An einer andern Stelle sagt er: „Die überaus reichliche Ernährung in der Jugend hat die zahmen Ratten schnellwüchsig und frühe fortpflanzungsfähig gemacht. Die Tiere werden zuweilen schon mit 50 Tagen, jedenfalls viel früher tragend, als dieses die bei weitem nicht hinreichend vorgeschrittene Körperausbildung zuträglich erscheinen lässt.“ Dies ist wieder ein Zeichen, wie mächtig eine bessere Ernährung besonders auf das Genitalsystem einwirkt, während die übrigen Körperteile viel weniger empfindlich sind.

Spencer[2]) führt folgendes treffende Beispiel an, welches zeigt, wie unter den domesticierten Säugetieren die wohlgenährten fruchtbarer sind als die schlechtgenährten. „Auf den hohen und verhältnissmässig unfruchtbaren Cotswolds kommt es nur selten vor, dass die Schafe Zwillinge werfen, während sie sehr gewöhnlich zwei Junge zur Welt bringen in dem benachbarten reichen Thale des Severn. Ebenso werden auf den öden Hügeln des Westens von Schottland zwei Lämmer nur von etwa einem Schafe unter zwanzig zur Welt gebracht, während in England mindestens ein Schaf unter dreien zwei Lämmer bringt. Ja auf reichen Weiden sind Zwillinge viel häufiger als einfache Geburten und gelegentlich kommt es sogar vor, dass nach einem günstigen Herbste und dem dadurch bedingten üppigen Graswuchse eine Schafheerde im nächsten Frühjahr die doppelte Anzahl von Lämmern bringen kann, so dass die dreifachen Geburten den einfachen das Gleichgewicht halten. So unverkennbar ist diese Relation, dass ich einen Pächter versichern hörte, er sei im Stande, aus der guten, mittleren oder schlechten Beschaffenheit eines Mutter-

---

[1]) Crampe, Zuchtversuche mit zahmen Wanderratten. Landwirtschaftliche Jahrbücher XII. Band (1883), Heft 3, pag. 395 u. 434.

[2]) Principien der Biologie, übers. v. Vetter, Band 2, pag. 506.

schafes im Herbste vorauszusagen, ob es im nächsten Frühjahr zwei, ein oder kein Junges bringen werde."

Unter den niedern Krustern sind besonders die Daphniden für Nahrungsverminderung sehr empfindlich.

Bei den Daphniden hat Weismann[1]) die Wirkung einer Nahrungsverminderung näher erforscht. Er kam zu dem Resultat, „dass die Folgen des Hungers sich zu allererst an den Fortpflanzungskörpern geltend machen." Lässt man diese Tiere nämlich hungern, so bemerkt man, wie eine Keimgruppe nach der andern resorbiert wird. Das Tier nährt sich also von den Geschlechtsproducten, die es früher zur Zeit des Überflusses gebildet hatte. Unter ungünstigen Verhältnissen wird also zu allererst die Fortpflanzung vermindert.

Ähnliche Vorgänge wie bei den Daphniden müssen auch bei den Bienen stattfinden. Eine schlecht genährte Königin legt „taube" Eier, d. h. solche, welche sich nicht entwickeln können. Nach den übereinstimmenden Untersuchungen von Claus und Siebold[2]) tritt dies wegen Mangel an Dottermaterial ein. Eine schlecht genährte Königin entzieht ihrem Eierstock Dotter, sie lebt wie die hungernden Daphniden auf Kosten ihrer Geschlechtsproducte. Also auch hier bewirken ungünstige Umstände eine Verminderung der Reproduction.

Natürlich ist die Empfindlichkeit des Reproductionsvermögens auch den niedrigsten Tieren eigen. Trembley bemerkte z. B. bei Süsswasserpolypen, dass bei Überfluss an Nahrung eine kolossale Knospung eintrat, während bei abnehmender Nahrungszufuhr diese sich immer mehr reduzierte bis zum gänzlichen Erlöschen. Ferner hat Marshall[3]) sehr schöne Beobachtungen über Hydra viridis angestellt. Er sagt: „Fütterte ich meine Hydren in dem einen Glase gut, so waren sie fruchtbar und mehrten sich. Liess ich sie in einem andern Behälter darben, so nahm die Selbsterhaltung sie ganz in Anspruch und von Knospung war keine Rede." Bei äusserst starker Nahrungszufuhr kann sogar eine ganz aussergewöhnlich unmässige Vermehrung eintreten. Auch dies beobachtete Marshall: „Während Ehrenberg nie mehr

---

[1]) Zur Naturgeschichte der Daphniden pag. 126.

[2]) Zeitschrift f. wiss. Zool. XXIII, 1873.
Claus und Siebold, Über taube Bienen-Eier.

[3]) William Marshall, Über einige Lebenserscheinungen der Süsswasserpolypen und über eine neue Form von Hydra viridis.
Zeitschrift f. wiss. Zool. XXXVII, 4. Heft, pag. 668.

als vier Knospen sah, habe ich bei Hydra vulgaris, allerdings an ganz besonders gut genährten Exemplaren, oft einen ganzen Kranz derselben beobachtet."

Bei hungernden Individuen bilden sich keine neuen Knospen. Die vorhandenen wachsen nicht weiter, sie lösen sich entweder ab, auch wenn sie noch relativ klein sind, oder sie schwinden. Dasselbe was Weismann bei den Daphniden beobachtet hat, dasselbe zeigt sich auch hier bei den Süsswasserpolypen. Das Tier lebt auf Kosten seiner Geschlechtsproducte. Bei Hydra sieht man also recht deutlich, wie ein Tier die Eigenschaft besitzt, sich in der Stärke der Reproduction genau nach den Ernährungsverhältnissen zu richten. Im Überfluss zeigt Hydra eine ganz enorme, oft sogar unnatürlich starke Vermehrung, im Mangel aber hört diese gänzlich auf, ja es kann sogar die zu bessern Zeiten stattgefundene Vermehrung rückgängig gemacht werden, es kann eine Verminderung der Individuenzahl eintreten und zwar zu Gunsten des einen Tieres, welches den Mangel überlebt.

Dasselbe fand Dalyell[1]) bei Hydra tuba. „Es ist wunderbar, wie sehr die Vermehrung durch reichliche Nahrungszufuhr begünstigt wird." Dieser Polyp lässt Junge hervorsprossen mit einer Geschwindigkeit, die genau im Verhältniss zur Nahrungszufuhr steht.

An dem Beispiel der Hydra sieht man recht deutlich, dass die stärkere Vermehrung nicht eine rein physikalische Wirkung der grösseren Nahrungszufuhr ist. Marshall hat die vermehrte Bildung von Knospen als eine mechanisch bewirkte Ausbauchung des Magens erklären wollen. Indessen ist nicht einzusehen, warum z. B. die Tentakeln nicht dasselbe Verhalten zeigen. Bei Hunger könnten ja auch diese schwinden und das Tier auf Kosten derselben leben. Dies wäre aber eine äusserst ungünstige Eigenschaft. Und die Thatsachen beweisen, dass das Tier diese nicht besitzt. Marshall bemerkt sogar ausdrücklich, dass schlecht genährte Individuen mehr Tentakeln haben als gut genährte.

Im Hungerzustande werden also die Geschlechtsproducte reduziert, während die zur Ernährung dienenden Teile sich sogar weiter ausbilden. Dies kann unmöglich die mechanische Wirkung der schwankenden Nahrungszufuhr sein, sondern dies beruht auf

[1]) Citiert von Spencer: Principien der Biologie, übers. von Vetter, Band 2, pag. 502.

vererbten nützlichen Eigenschaften, welche bewirken, dass die Vermehrung den Existenzbedingungen gemäss reguliert wird. —

Die Domestication wirkt ähnlich wie Überfluss. Die Haustiere sind im Allgemeinen besser genährt als die wilden Formen. Infolge dessen ist bei ihnen eine frühere Geschlechtsreife [1]), eine häufigere Brunst und eine grössere Fruchtbarkeit [2]) eingetreten. So ist der Alexishirsch in Deutschland, wo er nur in Gefangenschaft vorkommt, zu allen Jahreszeiten zur Zeugung bereit. Ferner bemerkt man, dass im Stall gefütterte Kühe oder solche, die mit dem Stiere gemeinsam weiden, sich zu jeder Jahreszeit begatten [3]). Es giebt sogar Hennen, die bei sehr guter Nahrung jährlich 200 Eier legen, die also ihr eigenes Gewicht im Laufe des Jahres etwa zehn mal in Form von Eisubstanz erzeugen [4]), während die Henne des wilden Gallus bankiva nur sechs bis zehn Eier legt. Schon Buffon wusste dies; denn er sagt, dass domesticierte Tiere sich öfter im Jahre paaren, mehr Junge in einem Wurf producieren als wilde Tiere derselben Species; sie pflanzen sich zuweilen in einem früheren Alter fort.

Eine grosse Anzahl von ähnlichen Thatsachen führt Darwin [5]) an. „Das wilde Kaninchen pflanzt sich viermal jährlich fort und soll höchstens sechs Junge produzieren; das zahme pflanzt sich sechs oder siebenmal fort und produziert jedesmal vier bis elf Junge." „Das Frettchen ist fruchtbarer als sein angenommener wilder Urtypus, trotzdem es in so enger Gefangenschaft gehalten wird."

Das Frettchen (Mustela furo) bringt nach Spencer jährlich zweimal 6—9 Junge, das gewöhnliche Wiesel (Mustela erminea) aber wirft jährlich nur einmal 5 Junge. Ein auffallender Gegensatz jedoch ist der zwischen den wilden und zahmen Varietäten des Schweins. Spencer [6]) sagt: „Während die ersteren je nach ihrem Alter 4—8 und selbst 10 Junge einmal des Jahres werfen, bringen die andern manchmal bis zu 17 Junge in

---

[1]) Wagners Handwörterbuch der Physiologie: Leuckart, „Über Zeugung", Band IV, pag. 858.

[2]) Wundt, Physiologie.

[3]) Wagners Handwörterbuch, B. IV, pag. 722.

[4]) Burdach, Physiologie, B. I, pag. 385.

[5]) Das Variiren der Tiere u. Pfl. im Zust. d. Domest. Übers. v. Carus, pag. 97—100.

[6]) Principien der Biologie, B. 2, pag. 506.

einem Wurfe zur Welt oder werfen in andern Fällen sogar fünf mal in 2 Jahren mit je 10 Jungen.“

„Bei Gänsen bewirkt gute Ernährung, sorgfältige Pflege und mässige Wärme Neigung zur Fruchtbarkeit, welche in gewissem Masse erblich wird.“ Die wilde Ente legt 5—10 Eier, die zahme in einem Jahre 80—100. Die wilde Gans legt 5—8 Eier, die zahme 13—18 und zwar legt sie sogar ein zweites Mal.“

Nach Spencer besteht der Wurf des Hundes aus 6—10, der des Wolfes und Fuchses aus 5—7 Jungen. Die wilde Katze wirft einmal 4—5 Kätzchen, die zahme aber 5—6 Kätzchen 2—3mal im Jahr. Die gemeine Ratte hat im Jahre mehrere Würfe von 10—12 Jungen, die Wasserratte aber nur 5—6 in einem Wurfe und nur ein bis höchstens zwei Würfe des Jahres. Die bessern Ernährungsverhältnisse scheinen also besonders auf die Vermehrungsfähigkeit eingewirkt zu haben.

Gegen einige dieser Beispiele könnte man einwenden, dass in folge der Höherschätzung der fruchtbareren Individuen durch den Menschen eine künstliche Zuchtwahl stattgefunden habe. Wie Darwin richtig bemerkt, „kann aber bei Hunden, Katzen, Frettchen eine solche Zuchtwahl nur eine untergeordnete Rolle gespielt haben; und die Zunahme ihrer Fruchtbarkeit muss den günstigeren Lebensbedingungen zugeschrieben werden, unter denen sie lange existiert haben.“

Nachdem Macgillivray[1]) die Bemerkung gemacht hat, dass die Columba livia (Felstaube) „im Frühjahr, wenn sie reichlich Korn auf den neubesäeten Feldern aufpicken kann, fett zu werden und sich zu paaren beginnt, ebenso abermals im Herbste, wenn das Korn geschnitten worden ist“ setzt er hinzu, dass „dasselbe Paar in gezähmtem Zustande gewöhnlich viermal im Jahre brütet.“

Ferner erwähnt Spencer[2]), dass der Sperling, der sich durch seine Keckheit mancherlei Futter verschafft, was seinen Verwandten aus der Finkenfamilie nicht zugänglich ist, mehrere Bruten jährlich aufbringt, während keiner von seinen das Feld bewohnenden Verwandten mehr als höchstens zwei und manche nur eine einzige Brut aufweisen. Die Änderung der Nahrungszufuhr wirkt also besonders auf die Thätigkeit der Fortpflanzungsorgane ein.

---

[1]) Citirt v. Spencer. Principien der Biologie, Band 2, pag. 505.
[2]) l. c. pag. 506.

Aber nicht allein die Verminderung der Nahrungszufuhr, sondern jeder nachteilige Umstand, z. B. das Gefangenhalten wirkt vor allem auf den Reproductionsapparat ein. Allgemein bekannt ist es, dass sich viele Tiere in der Gefangenschaft nur schwach oder gar nicht fortpflanzen. Am stärksten wird dies natürlich bei solchen Tieren hervortreten, welche den Verlust der Freiheit und Selbständigkeit am meisten empfinden werden. Namentlich gefangene Raubvögel, die sich selbst in den zoologischen Gärten unter den unnatürlichsten Verhältnissen befinden, da ihnen die Raumbeschränkung den Flug nicht gestattet, pflanzen sich fast gar nicht fort. Die Stärke der Einwirkung auf das Reproductionssystem ist bei verschiedenen Tieren verschieden stark. Man kann vielleicht drei Grade unterscheiden. Die Vermehrung findet statt, ist aber schwächer als normal; zweitens die Begattung wird ausgeübt, bleibt aber ohne Befruchtung; endlich es tritt nicht einmal eine Annäherung der Geschlechter ein.

Das bekannteste Beispiel bietet der Elephant, der sich in der Gefangenschaft fast nie fortpflanzt. Füchse, Bären, Hasen, Eichhörnchen zeigen dieselbe Erscheinung, wie Darwin [1]) anführt. Die Feliden pflanzen sich gefangen zwar fort, aber schwächer als normal. Dasselbe gilt für Affen. Wie Darwin von dem Oberaufseher des zoologischen Gartens erfuhr, hat sich die Fruchtbarkeit der Carnivoren gegen früher bedeutend vermehrt, als sie reichlicher der Luft und Kälte ausgesetzt wurden.

Wie schon oben gesagt, pflanzen sich Raubvögel fast nie in der Gefangenschaft fort. Nur als seltene Ausnahme ist dies beim Condor (Zoolog. Garten zu Dresden) und bei Milvus niger constatiert worden. Einige Eulen sollen sich nach Darwin ebenfalls fortpflanzen. Bei allen übrigen Raubvögeln aber findet dies nicht statt.

Lerchen, Papageien, Schwalben, Birkhühner etc. sind nach Darwin ebenfalls in der Gefangenschaft unfruchtbar. Columba migratoria, die amerikanischen Hoccohühner, der afrikanische Strauss etc. zeigen gefangen eine verminderte Fruchtbarkeit.

Darwin führt sogar einige Thatsachen an, denen zufolge Insekten [2]), Sphingiden, in der Gefangenschaft sich als unfruchtbar erwiesen.

---

[1]) Variiren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Übers. v. J. V. Carus. pag. 146.

[2]) l. c. pag. 154.

Er sagt ferner[1]: „In Europa hat enge Gefangenschaft eine entschiedene Einwirkung auf die Fruchtbarkeit des Huhnes. Man hat in Frankreich gefunden, dass bei Hühnern, denen man eine beträchtliche Freiheit gestattet, nur zwanzig Procent der Eier fehlschlagen. Gestattet man ihnen weniger Freiheit, so schlagen vierzig Procent fehl, und in enger Gefangenschaft wurden von hundert Eiern sechzig nicht ausgebrütet“[2].

Die Wirkung ungünstiger Verhältnisse ist also dieselbe, als wenn die Tiere an einem Nahrungsmangel gelitten hätten. So sagt Darwin: „Pflanzt sich ein Tier, welches sonst allgemein in der Gefangenschaft steril ist, zufällig fort, so hat das Junge dies Vermögen nicht. Dr. Broca behauptet selbst, dass viele Tiere im Jardin des Plantes, nachdem sie in drei oder vier aufeinander folgenden Generationen Junge produziert haben, steril wurden“[3].

Also nicht allein bei schlechter Ernährung, sondern überhaupt unter ungünstigen Verhältnissen tritt eine Verringerung der Vermehrung ein.

Selbst auf die Reproduction der Frösche wirkt die Gefangenschaft nachteilig ein, wie Pflüger beobachtete. Er sagt hierüber[4]: „Endlich weise ich darauf hin, dass man Froschpaare nicht vor der Laichzeit einfangen darf, wenn die meisten Eier noch in den Eierstöcken sind. Solche paaren sich zwar in der Gefangenschaft, laichen aber nicht: die Eier bleiben in den Ovarien und verderben. Weshalb die Ovulation so leicht gestört wird, ist mir ganz räthselhaft und ich will natürlich nicht in Abrede stellen, dass noch die günstigen notwendigen Bedingungen gefunden werden, welche den normalen Ablauf des Generationsgeschäftes in der Gefangenschaft bei den grünen Wasserfröschen ermöglichen“. Diese notwendige Bedingung wird wohl die sein, dass der Frosch eben nicht gefangen gehalten wird oder wenigstens, wenn dies doch der Fall ist, diese Verhältnisse nicht auf ihn einwirken, er also so zu sagen nicht weiss, dass er gefangen ist.

Ein anderes Mal fand Pflüger[5]) zufällig ein Männchen,

---

[1]) l. c. pag. 159.

[2]) Entnommen dem Bullet. de la Soc. d. Acclimat. 1862. Tom. IX, pag. 380, 384.

[3]) l. c. pag. 157. entnommen dem Journal de Physiologie. Tom. II, pag. 347.

[4]) E. Pflüger, Über den Einfluss der Schwerkraft auf die Teilung der Zellen. Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. XXXI, p. 318.

[5]) E. Pflüger, Wirkt der Saft der Hoden nicht brünstiger

das sich in den Keller der Privatwohnung und ein Weibchen, das sich in den des Institutes verirrt hatte. Beide mussten sich hier schon lange aufgehalten haben. „Während die übrigen Frösche auf dem Höhepunkt der Brunst standen, zeigte das in ein Gefäss zusammengebrachte Paar nicht die geringste Neigung zur Paarung". Pflüger bemerkt ausdrücklich, dass beide wohl genährt erschienen. Das unnatürliche Lebensverhältniss hatte also seine nachteilige Wirkung nur auf das Genitalsystem ausgeübt, während der übrige Körper sich bei weitem nicht so empfindlich erwies.

Auch auf Ratten wirkt die Gefangenschaft nachteilig ein. Crampe[1]), welcher sehr ausgedehnte Zuchtversuche mit der Wanderratte (Mus decumanus) anstellte, sagt hierüber: „Die zahmen Ratten erreichen bei weitem nicht die Länge und Schwere der wilden. Die Ratten verkümmern in Folge der Haltung in engen Käfigen und unzureichender Ernährung. Die Gefangenschaft ist die Ursache des Sinkens der Fruchtbarkeit und des Aussterbens der Familien".

Gehen wir zu weiteren Umständen über, welche auf die Reproduction einwirken.

Jede starke, unvermittelte Änderung der Lebensbedingungen übt ebenfalls einen nachteiligen Einfluss aus, der sich zuerst an den Reproductionsorganen geltend macht. Stuten[2]), welche mit trockenem Futter im Stall aufgezogen und dann auf Grasweiden gebracht wurden, pflanzten sich anfangs nicht fort. Man ersieht hieraus, wie ausserordentlich empfindlich der Genitalapparat ist. —

Die Ernährung des Fortpflanzungsapparates ist aber nicht nur abhängig von äusseren Einflüssen, sondern auch von dem Alter des Individuums. Die Ernährung desselben und damit auch seine Leistungsfähigkeit nimmt zuerst zu, erhält sich dann eine Zeit lang auf seiner Höhe, um dann später wieder abzunehmen. Nach Buffon[3]) bringt eine Sau von weniger als einem

---

Männchen befruchtend? Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. XXIX, Heft 1 u. 2.

[1]) Dr. Crampe, Zuchtversuche mit zahmen Wanderratten. Landwirtschaftliche Jahrbücher. XII. Bd. (1883), Heft 3, pag. 391.

[2]) Citirt von Darwin: Das Varriiren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Übers. v. J. V. Carus. II. Bd. p. 159. Entnommen aus: J. Mills, Treatise on Cattle 1776, p. 72.

[3]) Citiert von Spencer: Principien der Biologie, Bd. II, pag. 482. Übers. von Vetter.

Jahre Junge hervor. Diese sind aber wenig an Zahl und die einzelnen Tiere sind schwach und selbst unvollkommen ausgebildet. Nach Burdach haben das Elentier, der Bär etc. im Anfang stets nur ein Junges, später aber fast regelmässig zwei und schliesslich wieder nur eins. Der junge Hamster erzeugt blos drei bis höchstens sechs Junge, während er im vorgeschrittenen Alter von acht bis zu sechzehn Jungen wirft. Eine Hündin[1]) bringt, noch bevor ihr Wachstum vollendet ist, in einem Wurfe stets weniger Junge, als wenn sie vollständig ausgewachsen ist. Mit abnehmender Lebenskraft wird die Zahl der in einem Wurfe enthaltenen Jungen immer geringer, bis sie auf eins oder höchstens zwei herabsinkt. Auch beim Menschen finden sich die meisten Mehrgeburten bei einem mittleren Alter der Mutter. Man findet also auch, wenn man das Alter des Muttertieres in betracht zieht, den Satz bestätigt, dass die Stärke der Vermehrung mit der Ernährung des Genitalapparates zu- und abnimmt. —

Auch das Klima scheint auf Tiere eine ähnliche Wirkung zu haben wie auf den Menschen. In wärmere Gegenden gebrachte Tiere sollen eine früher eintretende und häufig wiederkehrende Brunst zeigen. Dies ist an Haustieren beobachtet worden. Jedoch sind die Angaben hierüber noch spärlich.

„Ein hartes Leben verzögert auch die Periode, zu welcher die Tiere empfangen; denn man hat es auf den nördlichen schottischen Inseln für unvorteilhaft gefunden, Kühe zum Tragen zuzulassen, ehe sie vier Jahre alt sind“ [2]).

Jedoch sollen die Haustiere in Lappland, wie ein Reisender angiebt, äusserst fruchtbar sein [2]).

„Unter den domesticierten Vögeln ist[2]), mehreren Berichten zufolge, die Pfauenhenne fruchtbarer, wenn sie in ihrer eigentlichen indischen Heimat wild lebt, als wenn sie in Europa domesticiert und unserem viel kälterem Klima ausgesetzt ist.“

Darwin führt ferner an [3]), dass Schafe, welche in die heissen Thäler der aequatorialen Cordillera gebracht waren, nicht völlig fruchtbar waren. Aus Spanien eingeführte Merinoschafe sollen anfangs nicht ganz fruchtbar gewesen sein. Lange Zeit hat es

---

[1]) l. c. pag. 500.

[2]) Citiert von Darwin (Das Variiren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication, übers. v. J. V. Carus, Bd. II, pag. 98) entnommen aus Hogg, on Sheep, pag. 263 und Acerbi, Reisen nach d. Nord-Cap und Tegetmeiers Poultry Book 1866, pag. 280, 282.

[3]) l. c. pag. 158.

gedauert, bis der Canarienvogel seine vollkommene Fruchtbarkeit wieder erlangte. „Roulin zufolge legten Gänse, welche auf das Plateau von Bogota gebracht wurden, zuerst selten und dann nur wenige Eier; von diesen wurde kaum ein Viertel ausgebrütet und die Hälfte der jungen Vögel starb. In der zweiten Generation waren sie fruchtbarer und als Roulin schrieb, wurden sie so fruchtbar als unsere Gänse in Europa.“ Dasselbe führt Darwin an für Gänse, welche nach Quito und nach dem Philipinenarchipel eingeführt wurden, ferner für die Hühner und englischen Kampfhühner, welche nach Cusco in Bolivia eingeführt wurden. Sonst ist das Huhn in allen Teilen der Erde fruchtbar mit Ausnahme von Grönland und dem nördlichen Sibirien, wo sich dasselbe nach Darwin nicht mehr fortpflanzt. —

Wie das Klima, so ist auch der Wechsel der Jahreszeiten von Einfluss auf die Stärke der Reproduction. Spencer[1]) erwähnt folgende Beispiele. „Unser gewöhnliches Geflügel wird während der kalten Monate gefüttert; allein nichtsdestoweniger hört es in der Mitte des Winters entweder vollständig zu legen auf oder legt wenigstens nur spärlich. Dazu kommt die fernere Thatsache, dass, wenn es spärlich legt, dies doch auch nur unter der Bedingung geschieht, dass die Wärme sowohl wie die Nahrung künstlich auf gleichem Niveau erhalten wird. Hennen legen in kalter Jahreszeit nur, wenn sie warm gehalten werden. Hierzu mag denn noch die verwandte Thatsache hinzugefügt werden, dass, wenn Tauben künstliche Wärme erhalten, sie nicht allein bis tief in den Herbst hinein zu brüten fortfahren, sondern auch im Frühjahr früher damit beginnen, als sie dies sonst thun würden. — Macgillivray[2]) sagt sogar, dass domesticierte Tauben bei reichlicher Fütterung in jedem Monate des Jahres brütend angetroffen werden können. Ein entsprechendes Beispiel ist ferner, dass ungenügend geschützte Kühe im Winter entweder ganz aufhören, Milch zu geben, oder nur in verringerter Menge solche produzieren.“ Gould[3]) sagt: „Ich darf nicht unterlassen, die ausserordentliche Fruchtbarkeit zu erwähnen, welche bei den Vögeln in Australien vorliegt, von denen manche kleine Art drei-, selbst viermal im Jahre brütet; immer aber legen sie im ersten Früh-

---

[1]) Principien der Biologie, übers. v. Vetter, Band II, pag. 493.

[2]) Citiert von Spencer, l. c. pag. 505.

[3]) Citiert von Spencer, l. c. entnommen aus Gould, Die Vögel von Australien.

jahr, so lange das Insectenleben noch wenig ausgebildet ist, nur wenige Eier, eine grosse Zahl dagegen später im Jahre, wenn die Menge der Insectennahrung reichlicher geworden ist. Spencer, welcher dies citiert, ist der Meinung, dass ausser der grösseren Menge der Nahrung auch die zunehmende Wärme eine Teilursache der stärkeren Vermehrung ist. —

Steigert man bei demselben Tiere die Stoffausgabe für die Muskelarbeit, so bewirkt dies eine bedeutende Verminderung der Reproduction. Eine Hündin[1]) wirft im Alter immer weniger Junge. „Diese Abnahme findet rasch oder allmählig statt, jenachdem die Grösse der Arbeit, welche ein Hund zu leisten hatte, wechselt, so dass daher eine Hündin, die Jahr für Jahr stark angestrengt wurde, sehr bald unfruchtbar wird und die Verminderung ihrer Jungen entsprechend rasch vor sich geht, während sie dagegen, nur mässig angestrengt und wohlgenährt, ganz allmählig abnimmt und auch die Verminderung der Jungen weniger rasch eintritt.“ —

Aus dieser grossen Zahl von Thatsachen geht unzweifelhaft hervor, dass die Vermehrung der Tiere durch äussere Einwirkungen beeinflusst wird. Und zwar richtet sie sich in ihrer Stärke nach den jedesmaligen Existenzbedingungen, sie wird diesen entsprechend reguliert. Unter ungünstigen Verhältnissen, wenn also weniger Tiere leben können, werden auch weniger erzeugt. Unter günstigen Umständen, unter denen viele Tiere leben können und eine starke Vermehrung der Fortpflanzung nur nützlich ist, tritt auch eine verstärkte Reproduction ein. Während alle übrigen Organe eine weit grössere Konstanz in der Ernährung zeigen, ist es besonders der Genitalapparat, auf den der Wechsel der Lebensverhältnisse seinen Einfluss ausübt; infolge dessen richtet sich dieser in seiner Thätigkeit genau nach der augenblicklichen Existenzmöglichkeit. —

Nebenbei mag auch Erwähnung finden, dass infolge ungünstiger Einflüsse auch häufig die secundären Geschlechtscharactere stark afficiert werden. Es ist dies sehr natürlich, da sie ja in so enger Beziehung zu dem Reproductionssystem stehen.

---

[1]) Nach Duncan, citiert von Spencer, Principien der Biologie, übers. v. Vetter, Band 2, pag. 500.

Bei dem gemeinen Hirschkäfer[1]) bemerken wir drei Formen. Das Weibchen mit breitem Thorax und Kopf und kurzem, aber kräftig beissendem Kiefer. Im Gegensatz hierzu steht das grosse Männchen. Dies hat einen kleinen Thorax, sehr grossen breiten Kopf und kolossale hirschgeweihähnliche Kiefer, mit denen es wahrscheinlich das Weibchen bei der Begattung festhält. Wesentlich anders ist das kleine Männchen, das dem Weibchen ähnlicher sieht und dessen Kiefer kaum ein Drittel so lang sind als die des grossen Männchens. „Die Entomologen wissen aber, dass die Formen mit grossen Kiefern durch reichliche, die kleinen dagegen durch kümmerliche Ernährung der Larven erzeugt werden."

Darwin[2]) zeigt in einer Anzahl von Fällen, dass selbst in der Gefangenschaft die männlichen Geschlechtscharactere leiden. „So erhält der gemeine Hänfling in Käfig gehalten die schöne carmoisinrote Färbung auf der Brust nicht, und die Ammern verlieren das Schwarze von ihrem Kopfe. Bei einigen andern Vögeln und auch bei einem Hirsch ist ähnliches beobachtet worden. Die Wirkung der ungünstigen Verhältnisse auf den Fortpflanzungsapparat trifft also zugleich die mit diesem in so inniger Beziehung stehenden secundären Geschlechtscharactere.

cc. Bei Pflanzen.

Auch bei Pflanzen ist schon häufig beobachtet worden, wie sehr besonders die Reproductionsthätigkeit von der Ernährung abhängig ist.

Hermann Müller[3]) machte folgende Beobachtung an den Blumenköpfen von Centaurea Jacea, welche eine sehr starke Variabilität besitzen. Gewöhnlich[4]) „sind sechzig bis über hundert Blüten mit 7—10 mm langer Blumenröhre, 3—$4\frac{1}{2}$ mm langem Glöckchen und etwa 5 mm langen, linealen Zipfeln in ein Blütenkörbchen vereinigt, dessen die Röhren umschliessender Teil nur 8—10 mm Durchmesser hat. Indem aber die Röhren mit ihrem

---

[1]) Reichenau, Über den Ursprung der männlichen secundären Geschlechtscharaktere insbesondere bei den Blatthornkäfern. Kosmos, 5. Jahrg., X. Band, pag. 172 resp. 176.

[2]) Das Variiren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication, übers. von J. V. Carus, pag. 155.

[3]) Hermann Müller, Befruchtung der Blumen durch Insekten, pag. 382.

[4]) Hermann Müller, Die Vielgestaltigkeit der Blumenköpfe von Centaurea Jacea. Kosmos, 5. Jahrg. 1881—82, X, pag. 334.

oberen Ende sich um so stärker nach aussen biegen, je näher sie dem Rande stehen, und indem dadurch die aus dem Blütenkörbchen hervorragenden Glöckchen divergieren, stellen die in voller Blüte befindlichen Körbchen, von oben gesehen, rote kreisförmige Flächen von 20—30 mm Durchmesser dar." „Dieser Beschreibung habe ich nur hinzuzufügen, dass auf steilem Haideland an kleinen Stöcken die Blumengesellschaften nicht selten bis 15, bisweilen sogar bis 10 mm Durchmesser und bis zu einer Zahl von 40 bis 32 einzelnen Blüten hinabsinken." Durch die schlechtere Ernährung ist also die Bildung von mehr Blüten verhindert worden.

Darwin[1]) fand, dass zwerghafte Pflanzen von Trifolium minus und repens, die auf einer oft gemähten und nie gedüngten Waldwiese wuchsen, keinen Samen produzierten.

Ferner hatte Heyer[2]) Gelegenheit, die Wirkung der Ernährung auf die Fruchtbarkeit des Bingelkrautes zu beobachten. Er sagt: „Auch im Warmhause hatten sich einige Pflanzen beiderlei Geschlechts angesiedelt; sie standen im freien Grunde und hatten sich zu stattlichen Sträuchen von über 1 m Höhe entwickelt. Zur Vergleichung quantitativer Unterschiede möge noch erwähnt werden, dass sich im Freien, an der Westseite einer Mauer, unter der Dachtraufe mehrere Pflanzen beiderlei Geschlechts angesiedelt hatten. Die grössten hatten unter diesen dürftigen Verhältnissen blos eine Höhe von 2 cm erreicht und meist blos vier Blättchen gebildet. Die weiblichen Exemplare dieser Miniaturpflänzchen trugen in den beiden untern Blattwinkeln je ein Samenkorn und die männlichen einzelne Blüten, während die Riesenpflanzen im Warmhause Hunderte von Blüten hervorbrachten."

Von der grössten Bedeutung für die Ernährung der Pflanzen ist es, ob sie dicht gedrängt stehen, oder ob sie frei und ungestört wachsen. Wenn sie sich gegenseitig, oder wenn andere Pflanzen ihnen die Nahrung streitig machen, so herrscht ein ganz bedeutender Unterschied in der Nahrungszufuhr. Wenn z. B. an einer Stelle zweimal so viel Pflanzen wachsen als an einer andern Stelle, so werden sie auch vielleicht fast nur halbsoviel Nahrung erhalten können als letztere. Über die Wirkung der Dichtsaat

---

[1]) Das Variiren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication, übers. von J. V. Carus, pag. 161.

[2]) Untersuchungen über das Verhältniss des Geschlechtes bei einhäusigen und zweihäusigen Pflanzen etc. Dissertation. Halle 1883, pag. 41.

sagt Hoffmann[1]): „Die Dichtsaat kann als eine Herabsetzung der Ernährung, als eine Art Hungerkur aufgefasst werden. Die stärkste Einwirkung der Kümmerung veranlasst, dass die Pflanzen überhaupt nicht zum Blühen kommen; eine schwächere: Zwerghaftigkeit (Aethusa, Plantago major pygmaea); dann folgt in gewissen Fällen (Spinacia) Praeponderanz des männlichen Geschlechtes.“ —

Auch die Domestication wirkt auf Pflanzen in derselben Weise ein wie auf Tiere. Domesticierte Pflanzen sind weit fruchtbarer als ihre wilden Stammformen. Darwin[2]) stellte hierüber Experimente an. „Bei der Vergleichung ganzer Beete von Möhren, welche in einem Zuchtgarten gezogen wurden, mit wilden Pflanzen schienen die ersteren ungefähr zweimal so viel Samen zu ergeben. Cultivierte Kohlsorten ergaben der Messung nach dreimal so viel Schoten als wilder Kohl von den Felsen von South-Wales. Der Reichtum an Beeren, der von dem cultivierten Spargel im Vergleich mit der wilden Pflanze produziert wird, ist enorm.“ Da diese Pflanzen nicht wegen ihrer Fruchtbarkeit geschätzt werden, so muss die Steigerung der Reproduction nicht durch Zuchtwahl, sondern durch die günstigeren Lebensbedingungen herbeigeführt worden sein, wie auch Darwin sagt.

Zu beachten ist aber, dass Domestication nicht unter allen Umständen günstig auf die Ernährung der Pflanze einwirkt. Topfkulturen z. B. sind sehr vielen Pflanzen schädlich. Wie Hoffmann[3]) fand, brachten Topfkulturen des hochalpinen Dianthus alpinus, obgleich im Freien stehend, oft weniger, oder gar keine vollkommenen Früchte, während identische Parallel-Kulturen, im freien Lande eingepflanzt, reichliche Früchte trugen.

Darwin führt eine grosse Zahl von Thatsachen an, welche zeigen, dass das Reproductionssystem der Pflanzen besonders durch plötzliche starke Änderung der Lebensbedingungen affiziert wird, während die übrigen Teile vollständig normal entwickelt sein können. Bei uns gezogene Alpenpflanzen sind sehr häufig unfruchtbar oder produzieren nur wenig Samen. Pflanzen, die auf Torferde wachsen, sind in unsern Gärten vollkommen steril. Sehr unbedeutende Veränderungen, z. B. ob eine Pflanze

---

[1]) Botanische Zeitung.

[2]) Das Variiren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication, übers. v. J. V. Carus, pag. 99.

[3]) Botanische Zeitung 1881, No. 25, pag. 398. Hoffmann, Rückblick auf meine Variationsversuche von 1855—1880.

auf einem Hügel oder am Fusse desselben wächst, ob sie in einem Korbe oder in einem feuchteren Topfe gepflanzt wurde, ob man sie des Winters an einem warmen oder kalten, trocknen oder feuchten Ort hält, alle diese scheinbar geringfügigen Unterschiede können die Reproduction der Pflanzen beeinflussen. —

Auch das Klima wirkt stark auf die Reproduction der Pflanzen ein. Der Tulpenbaum z. B. gedeiht in den Vereinigten Staaten ausgezeichnet, in Zürich aber bringt er keine reifen Früchte mehr hervor, in Norddeutschland, z. B. in Coburg trägt er nur selten Blüten. Die Fortpflanzungsorgane verkümmern also gänzlich.

Nach Darwin[1]) produzieren der persische und chinesische Hollunder, trotzdem sie völlig kräftig sind, in unserm Clima niemals Samen. Der gemeine Hollunder trägt in England mässig guten Samen, aber in einigen Teilen Deutschlands enthalten die Kapseln niemals Samen[2]).

Jedoch giebt es auch Pflanzen, welche unter den verschiedensten Climaten gedeihen. Es ist dies nicht sehr erstaunlich, da die schädliche Einwirkung im Anfang, also bei der Änderung des Climas stattfindet, während später je nach der Natur der Pflanze und der Stärke des Wechsels verschieden rasch eine Anpassung an die neuen Lebensbedingungen eintreten kann. —

Ebenso wie bei den Tieren infolge der Einwirkung ungünstiger Verhältnisse ausser dem Genitalsystem auch leicht die damit in Beziehung stehenden secundären Geschlechtscharactere affiziert werden können, so werden auch bei Pflanzen nicht nur die eigentlichen Fortpflanzungsorgane, der Fruchtknoten mit Pistill und die Antheren, sondern auch häufig die übrigen Blumenteile verändert. Obgleich diese Erscheinung nichts beiträgt zur Regulierung der Reproduction, so mag sie doch Erwähnung finden.

Darwin[3]) führt eine Reihe von Thatsachen auf, welche zeigen, dass Unfruchtbarkeit und Monströsität der Blumenkrone häufig mit einander verknüpft sind. Letzteres kommt aber auch allein vor. Ob in diesen Fällen die Reproduction die normale Stärke hatte, wurde meist nicht beachtet. So sind z. B. die wunderbar anomalen Blüten von Begonia frigida steril. Für

---

[1]) Das Variiren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Übers. v. J. V. Carus. II. Bd., pag. 162.

[2]) Gärtner, Beiträge zur Kenntniss der Befruchtung, p. 560, 564.

[3]) Das Variiren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Übers. v. J. V. Carus. II. Bd., pag. 165.

die pelorischen Blüten von Linaria vulgaris, Corydalis solida und der Gewächshaus-Pelargonien gilt dasselbe.

Es lässt sich auch häufig eine Beziehung zwischen der anomalen Ausbildung der Blüte und ihrer Stellung nachweisen. Moquin-Tandon bemerkt, dass die Blüten, welche auf dem Gipfel des Hauptstammes oder eines Seitenzweiges stehen, leichter pelorisch werden als die an den Seiten (z. B. bei Teucrium campanulatum)[1]. „Bei einer von Darwin gezogenen Labiate (Galeobdolon luteum) wurden die pelorischen Blüten stets am Gipfel des Stammes produziert, wo Blüten gewöhnlich nicht stehen[1]. Morren beschrieb eine pelorische Blüte der Calceolaria, die am Gipfel der Pflanze stand. Bei der Orchideengattung Phalaenopsis hat man gesehen, dass die endständige Blüte pelorisch wurde. Darwin beobachtete an einem Laburnum-Baum, dass ungefähr ein Viertel der Blütentrauben terminale Blüten produzierte, was gewöhnlich nicht stattfindet; diese wurden produziert, nachdem fast alle andern Blüten an denselben Trauben verwelkt waren. Sie besassen aber keinen Schmetterlingsbau.

Dr. Mastens hat eine andere leguminose Pflanze beschrieben, nämlich eine Species von Klee, bei welcher die obersten und centralen Blüten regulär waren oder ihren Schmetterlingsbau verloren hatten. Nach Naudin sitzen die gespornten pelorischen Blüten bei Linaria fast unveränderlich am Gipfel der Rispe. — Auf Grund dieser Thatsachen darf man wohl vermuten, dass die an der äussersten Spitze wachsenden Blüten unter ungünstigen Ernährungsverhältnissen stehen. Denn im allgemeinen darf wohl gesagt werden, dass die Ernährung desto schwächer sein wird, je grösser der Weg ist, den die Säfte zurückzulegen haben. So sagt Mr. Masters in Canterbury, der nach Darwin ein sorgfältiger Beobachter und Züchter neuer Varietäten der Erbse ist, dass bei der blauen Kaisererbse die letzte (oder oberste) Erbse in der Schote häufig viel kleiner ist als die übrigen.

Auch das Auftreten von gefüllten Blüten muss hier besprochen werden. Darwin hatte hierüber schon die richtige Ansicht, wenn er sagt[2]: In Bezug auf die Ursache des Gefülltseins, welches, wie wir sehen, unter so verschiedenen Umständen auftritt, werde ich sofort zu zeigen versuchen, dass die wahrscheinlichste

---

[1]) Die folgenden Beispiele sind entnommen: l. c. p. 371.
[2]) l. c. pag. 166.

Ansicht die ist, dass unnatürliche Bedingungen zuerst eine Neigung zur Unfruchtbarkeit veranlassen und dass dann nach dem Principe der Compensation, weil die Reproductionsorgane nicht ihre eigenen Funktionen erfüllen, diese entweder in Kronenblätter entwickelt werden oder dass sich überzählige Kronenblätter bilden."

Derartige gefüllte Blüten bemerkte Darwin bei wilden Pflanzen von Gentiana amarella, die auf einem armen kalkigen Boden wuchsen, ferner bei einem Ranunculus, einer Rosskastanie und einer Blasennuss (Staphylea), die unter sehr ungünstigen Bedingungen wuchsen.

Viele Pflanzen produzieren samenlose Früchte. „Dies ist notorisch der Fall bei unsern besten Birnen, Trauben und Feigen, bei der Ananas, der Banane, dem Brodbaum, der Granate, der Azarole, der Dattelpalme und einigen Gliedern der Orangengruppe." Die meisten Züchter betrachten die anomale Entwickelung der Frucht als die Ursache und die Unfruchtbarkeit als das Resultat.

Die umgekehrte Ansicht ist aber, wie schon Darwin sagt, wahrscheinlicher. In folge einer übermässigen Nahrungszufuhr oder anderer unnatürlicher Bedingungen wird eine Sterilität hervorgerufen und die Folge davon ist erst, dass das der Blüte zugeführte Material statt zur Reproduction zu irgend welchen andern Leistungen verwendet wird.

An diesem Beispiel zeigt sich wieder, dass die Regulierung der Reproduction nicht rein mechanisch, sondern durch nützliche Eigenschaften bewirkt wird. Denn an Nahrung fehlt es trotz der unnatürlichen Bedingungen nicht und ein mechanisches Hinderniss der Vermehrung ist nicht vorhanden.

Wir haben also gesehen, dass auch bei Pflanzen die Reproduction auf das Empfindlichste abhängig ist von äussern Einwirkungen. Sie steigt unter günstigen Umständen. Unter ungünstigen aber nimmt sie ab bis zur Unfruchtbarkeit.

dd. Nachträgliche Regulierung.

Wie nützlich es ist, wenn die Zahl der Tiere den Ernährungsverhältnissen entspricht, geht auch daraus hervor, dass viele Tiere noch andere Eigentümlichkeiten besitzen, welche die Schädlichkeit einer zu starken Reproduction im Falle eines Mangels zwar nicht gänzlich aufheben, aber doch zu vermindern im Stande sind.

Es besteht diese Eigentümlichkeit in einer nachträglichen Regulierung der Vermehrung. Diese wird erreicht unter anderm durch Geschwisterfrass.

Denken wir uns, ein Tier bringe auch bei Mangel noch immer mehr Junge hervor, als sich später ernähren können, so werden viele zu Grunde gehen müssen.

Die Nahrung aber, welche diese während ihres Lebens zu sich genommen haben, ist für die Ueberlebenden nicht verloren, sondern wird wieder verwertet, indem letztere ihre toten Kameraden auffressen.

Als Beispiel kann der Frosch angeführt werden. Das Weibchen ist im Stande, 3000 Eier abzulegen. Durch Austrocknen des Wassers und andere zufällige Verhältnisse geht ein grosser Teil zu Grunde; dennoch sind die übrig bleibenden viel zu zahlreich, um alle zur vollkommenen Ausbildung gelangen zu können. Unter der Voraussetzung nämlich, dass die Zahl der Frösche constant bleibt, gehen nur aus circa 0,06 % der Eier reife Tiere hervor. Diese nutzen die von ihren verstorbenen Geschwistern verbrauchte Nahrung wieder aus, indem sie letztere selbst auffressen.

Ferner kann eine Correction der Vermehrung auch durch Kinderfrass stattfinden. Dies gilt z. B. für die Wanderratte (Mus decumanus), wie Dr. Crampe[1]) beobachtete. Die Weibchen sind im Allgemeinen ausgezeichnete Mütter und pflegen ihre Jungen mit der grössten Sorgfalt. Nicht aber im Mangel, wenn sie selbst unzureichend genährt sind, namentlich, wenn sie in Folge des Mangels das Säugegeschäft nicht verrichten können. Alsdann fressen sie ihre eigenen Jungen. Es ist dies eine entschieden nützliche Eigenschaft, da diese doch zu Grunde gehen oder sich nur schlecht ausbilden würden. Durch diese nachträgliche Correction der Vermehrung wird wenigstens dem überlebenden Teil, der Mutter, genützt.

Auch bei wilden Schweinen ist Kinderfrass beobachtet worden.

Dass Tiere, z. B. Wölfe, im Fall eines Mangels ihre eigenen Stammesgenossen verzehren, ist ebenfalls eine solche nützliche Eigenschaft, welche die Zahl der Individuen den Ernährungsverhältnissen gemäss corrigiert.

Es wurde schon nachgewiesen, dass ungünstige Verhältnisse, z. B. Gefangenhalten, im Stande sind, die Reproduction zu vermindern. Aber auch hier kann eine den ungünstigen Umständen entsprechende Regulierung der Vermehrung noch nachträglich durch Kin-

---

[1]) Landwirtschaftl. Jahrbücher, Bd. XII (1883), Heft 3, p. 423. Crampe, Zuchtversuche mit zahmen Wanderratten.

derfrass eintreten. Darwin[1]) war dies bekannt, er sagt hierüber: „Wir können auch der Störung der geschlechtlichen Funktionen das häufige Auftreten jenes monströsen Instinktes zuschreiben, welches die Mutter dazu führt, ihre eigenen Nachkommen zu verzehren, ein mysteriöser Fall von Verkehrtheit seinem ersten Auftreten nach." Man hat diese Erscheinung stets als eine Naturverirrung bezeichnet. Da die Natur indessen kein Ziel und keinen Zweck im Auge hat, so kann sie weder irrren noch Verkehrtheiten begehen. Die Eigenschaft ist durchaus nicht mysteriös, sondern erklärt sich sehr einfach und naturgemäss als ein nützlicher Instinkt, die Vermehrung den Existenzbedingungen gemäss zu corrigieren.

Ebenfalls soll Kinderfrass bei Wespen vorkommen. „Wespen stehlen die junge Brut anderer Stöcke, ebenso wie Ameisen; und die solchen beraubten Stöcken angehörigen Weibchen werden dadurch so demoralisiert, dass sie einen Teil ihrer eigenen Jungen töten und an andere verfüttern, oder dass sie dieselben sogar selbst auffressen. Ja nach einigen Angaben von Réaumur[2]) scheint dieses sogar um gewisse Zeiten ganz regelmässig zu geschehen, und es würde sich dann dieser Kindermord der Ermordung der Drohnen im Herbst an die Seite stellen, einer durch Sitte geregelten Barbarei." Hier von Barbarei und Demoralisation zu sprechen dürfte man wohl für Anthropomorphismus halten. Es ist vielmehr eine nützliche, durch natürliche Zuchtwahl erworbene Eigenschaft, dass die Bienen im Herbst die Drohnen töten. Zur Zeit des Mangels liegt es im Interesse des Stockes, dass eine Verminderung der Individuenzahl, eine Reduction der Vermehrung eintritt. Da die Drohnen im Winter gar nichts nützen, so sind sie es gerade, welche getötet werden. Der Kindermord der Wespen scheint aber ebenfalls durch ungünstige Verhältnisse herbeigeführt zu sein. Denn die Thatsache, dass sie die einen Jungen töten, um die andern damit zu füttern oder sie selbst zu fressen, spricht sehr für einen Mangel an Nahrung, namentlich da diese Erscheinung zu gewissen Zeiten regelmässig auftreten soll. Ein Teil der Jungen wird geopfert, um wenigstens den andern zu retten. Wenn die Wespen alle ihre Jungen gleich stark hungern liessen, so würden sie alle zu Grunde gehen oder sich alle nur

---

[1]) Darwin, Das Variiren der Tiere u. Pflanzen im Zustande der Domestication. Übers. v. J. V. Carus. II. Bd., pag. 155.

[2]) Von Rolph citirt: Biologische Probleme, pag. 136.

unvollkommen ausbilden. Es ist zweifellos eine nützliche Eigenschaft, wenn zur Zeit des Mangels eine Reduction der Vermehrung eintritt, wenn ein Teil oder die ganze Nachkommenschaft geopfert wird und den Überlebenden als Nahrung dient. —

Es seien noch wenige Worte über die Zeit hinzugefügt, zu der die Vermehrung stattfindet.

Da die Reproduction überhaupt eine so bedeutende Nahrungszufuhr beansprucht, so könnte man vermuten, dass diese wohl zur Zeit des grössten Nahrungsvorrates stattfände. Wie man aber leicht einsieht, wäre dies sehr schädlich; da ja die vielen Nachkommen bei ihrem Aufwachsen weit mehr Nahrung verbrauchen. Wir sehen daher, dass die Vermehrung bei vielen Tieren in den Beginn der stärkeren Ernährung, z. B. in den Frühling fällt. Während des Überflusses kann alsdann die grosse Zahl der Nachkommen reichlich ernährt werden, z. B. bei den Fröschen. Eine solche nützliche Einrichtung in dem Auftreten der Reproduction wird bei sehr vielen Tieren getroffen. Beispiele sind so bekannt, dass wohl keine weiter angeführt zu werden brauchen.

In Bezug auf die Zeugungsthätigkeit der beiden Geschlechter finden wir bei einigen Tieren die überraschende Eigentümlichkeit, dass beide durch eine gewisse Zeit getrennt sind. Es ist dies die Zeit des Mangels. In folge dieser Einrichtung verausgaben Männchen wie Weibchen den Stoff für die Vermehrung zu einer Zeit, wo genügende Nahrungszufuhr möglich ist.

Beim Reh z. B. fällt die Brunstzeit in den August, aber erst im December beginnt die eigentliche Entwickelung des Eies. Ähnliches findet sich bei den Fledermäusen. Im Herbst findet die Begattung statt. Das Sperma bleibt lebensfähig im Uterus bis zum Eintritt wärmerer Witterung. Dann erst beginnt mit dem Platzen des Follikels die Reproductionsthätigkeit des Weibchens [1]). Die Zeit des Mangels ist nicht geeignet zur Stoffausgabe und während derselben findet eine Pause statt.

Bei vielen Tieren zeigt sich, dass sie mit fertigem Vorrat von Geschlechtsproducten in den Winter gehen. Die Erzeugung dieser und das Aufwachsen der Embryonen fällt also in zwei verschie-

---

[1]) Zoologischer Anzeiger 1879, II, pag. 304.
Benecke, Über Reifung und Befruchtung des Eies bei den Fledermäusen.
Fries, Über die Fortpflanzung der einheimischen Chiropteren, pag. 355.
Eimer: Über die Fortpflanzung der Fledermäuse, p. 425.

dene wärmere Jahreszeiten. Unstreitig ist dies für die Reproduction sehr nützlich. So findet man bei Helix pomatia im Januar reife Geschlechtsproducte vor. Auch viele Teleostier und Batrachier bilden die Geschlechtsstoffe vor der Zeit des Mangels [1]). „Während der Sommer- und Herbstmonate werden die Geschlechtsproducte der Amphibien für die Begattung des künftigen Jahres bereits vorbereitet" (Triton, Salamandra, Rana, Bombinator, Bufo) [2]). — Auch bei Pflanzen lässt sich vielleicht ähnliches nachweisen, so fällt bei Pinus Bestäubung und Befruchtung um ein Jahr auseinander. Bei allen höheren Pflanzen findet die männliche Geschlechtsthätigkeit vor der weiblichen statt, zuerst wird Pollen, später nach der Befruchtung aber erst Samen gebildet.

So gering die Zahl dieser Beispiele auch noch ist, so scheint hieraus doch hervorzugehen, dass die Organismen sich auch in bezug auf das zeitliche Auftreten der Reproduction nach den Lebensverhältnissen richten, dass die hierauf bezüglichen Eigenschaften als Anpassungen aufzufassen sind.

b. Einfluss auf das Sexualverhältniss.

α. Die Ernährungsverhältnisse der Geschlechter.

Es war gezeigt worden, dass die Reproductionsstärke je nach den Existenzbedingungen eine verschiedene ist; die Organismen vermehren sich stärker unter günstigen, schwächer unter ungünstigen Verhältnissen. Jetzt muss bewiesen werden, dass infolge eingetretener Arbeitsteilung sich insofern ein Unterschied zwischen beiden Geschlechtern ausgebildet hat, als dem Weibchen die Funktion zukommt, den Stoff für den Aufbau des Embryo zu liefern. Später wird sich alsdann die Folgerung ergeben, dass, da den Weibchen diese Hauptleistung bei der Reproduction zufällt, auch die Stärke der Reproduction besonders von der relativen Zahl der Weibchen abhängt, dass also eine rasche Vermehrung besonders mit Hülfe eines Weibchenüberschusses vor sich gehen kann. Daran wird sich alsdann die Vermutung knüpfen, dass die Organismen wohl die Eigenschaft erlangt haben können,

---

[1]) Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. 18, pag. 78.
Nussbaum, Zur Differenzierung des Geschlechtes im Tierreich.

[2]) l. c. Bd. 12 pag. 797.
v. la Valette St. George, Über die Genese der Samenkörper.

im Überfluss, also dann, wenn stärkere Vermehrung nützlich ist, besonders mehr Weibchen zu produzieren, weil alsdann diese Vermehrung erst recht stark von statten gehen kann. — Nach diesem kurzen Überblick soll also mit dem Nachweis begonnen werden, dass infolge einer zwischen dem männlichen und weiblichen Geschlecht eingetretenen Arbeitsteilung den Weibchen die Aufgabe zugefallen ist, den Nährstoff für den Aufbau des Embryo zu liefern. Das Weibchen oder mindestens sein Genitalapparat wird daher mehr Nahrung verbrauchen als das Männchen, resp. dessen Geschlechtsapparat. Dieses ist durch Thatsachen zu beweisen.

Zunächst könnte man einwenden, dass nicht bei allen Tieren das Weibchen ausschliesslich den Stoff zum Aufbau des Embryos schafft, dass die Menge des ejaculierten Sperma z. B. bei Vesperugo pipistrellus so gross wäre, dass sie nach Pagenstecher[1]) „einigen Einfluss auf die eigentliche Ernährung der in den Uterus gelangenden Eier üben könnte." Indessen wird man wohl zugeben, dass dieser Einfluss nur ein geringer sein kann und dass auch in diesem einen extremen Fall dem Weibchen die Haupternährung obliegt. Auch das Beispiel der Fische liesse sich entgegen halten, da hier die Quantität der Milch der des Rogens oft beinahe gleich kommt. Jedoch ist auch bei diesem Extrem der Unterschied noch ein nicht unbedeutender.

Man könnte vielleicht auch anführen, dass bei einzelnen Tieren das Männchen einen Teil des Brutgeschäftes übernimmt, z. B. beim Strauss. Viele männliche Vögel füttern das Weibchen und die Jungen. Der männliche Stichling (Gasterosteus) und grosse Wels (Silurus glanis) bewachen die Eier. Jedoch ist auch bei diesen Tieren unzweifelhaft, dass die weibliche Fortpflanzungsthätigkeit weit mehr Nahrung in Anspruch nimmt als die männliche.

Was zunächst die stärkere Ernährung des weiblichen Geschlechtes anbetrifft, so ist es nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft noch unmöglich, den Beweis für sämtliche Tiere zu bringen. Keine bekannte Thatsache spricht aber gegen diese Behauptung, d. h. bei keinem bekannten Tier gebraucht das männliche Genitalsystem mehr Nahrung als das weibliche. Die beson-

[1]) Pagenstechers Kritik zu Thurys, La Production des Sexes, pag. 31. Hierbei ist auch zu bedenken, dass der grösste Teil des Sperma im Frühling durch die Vagina wieder entleert wird. Man vergleiche: Zoologischer Anzeiger 1879, II, pag. 304. Benecke, Über Reifung und Befruchtung des Eies bei den Fledermäusen.

ders in die Augen springenden Thatsachen sollen hier kurz angeführt werden.

Schon bei der ersten Differenzierung männlicher und weiblicher Elemente existiert ein solcher Unterschied in bezug auf die Ernährungsverhältnisse der beiden Geschlechter. Bei den Vorticellen sehen wir eine Conjugation ungleich grosser Individuen. Ein kleineres durch viele Teilungen entstandenes Individuum sucht ein grösseres auf, setzt sich am hintern Ende fest und verschmilzt mit ihm. Auch bei Volvox und Verwandten ist ähnliches zu beobachten. Einige grosse Zellen bilden sich zu grossen Eizellen, während andere, weniger grosse, zu Kapseln mit vielen Mikrogonidien werden.

Bei den Orthonectiden besteht ein Hauptunterschied zwischen männlichen und weiblichen Tieren darin, dass die innere Schicht (das Entoderm), welche die Eier resp. Zoospermien liefert, beim Männchen viel kleiner bleibt als bei dem Weibchen [1]). Bei letzterem tritt also die Reproductionsthätigkeit weit mehr in den Vordergrund.

Bei sehr vielen Tieren bemerkt man einen auffallenden Dimorphismus zwischen beiden Geschlechtern, so z. B. bei den Rädertieren. Die Männchen sind sehr viel kleiner als die Weibchen, haben weder Schlundröhre noch Darm. Sie verlassen in vollkommener Ausbildung das Ei, nehmen keine Nahrung auf, leben überhaupt nur kurze Zeit. Die viel grösseren Weibchen sind dagegen mit allem ausgerüstet, was einer guten Ernährung dienen kann, da sie auch sonst die weibliche Reproductionsthätigkeit, die Production von Eiern, nicht zu Wege bringen würden.

Die interessantesten Verhältnisse indessen zeigen sich bei den Insecten. Bei ihnen besitzen die Männchen fast stets eine schlankere Körperform und grössere Beweglichkeit als die Weibchen; diese können sogar ganz flügellos und larvenähnlich bleiben. Unter den Orthopteren tritt dies bei Cladoxerus ein. Bei den Termiten treffen wir Arbeiter und Soldaten beiderlei Geschlechts; indessen ist ihr Genitalapparat infolge unvollkommener Nahrung rudimentär geblieben. Unter den Nymphen finden sich auch Ersatz-Männchen und -Weibchen. Bei Mangel an Geschlechtstieren werden diese besser genährt, so dass sie sich zu fortpflanzungsfähigen Individuen ausbilden können. Nach der Begattung

---

[1]) Zoologischer Anzeiger 1879.
Metschnikoff, Zur Naturgeschichte der Orthonectiden.

wird die Königin stark gefüttert und schwillt zu ganz kolossalen Dimensionen an. Es ist also nur dem Einfluss der Nahrung zuzuschreiben, ob der weibliche Genitalapparat rudimentär bleibt oder sich zu so kolossaler Leistungsfähigkeit entwickelt. — Unter den Rhynchoten bieten uns die Cocciden sehr auffallende Beispiele. Die grossen flügellosen Weibchen sind plump und unsymmetrisch, ungegliedert, sitzen ohne Bewegung in dem Pflanzenparenchym, dem sie ihre Nahrung durch den langen Schnabel entziehen. Die Männchen dagegen sind viel kleiner und metamorphosieren sich zu geflügelten Individuen, die aber weder Rüssel noch Stechwaffen besitzen und gar keine Nahrung aufnehmen. Bei Phylloxera kann man den Eiern ansehen, ob aus ihnen das männliche oder das weibliche Geschlecht hervorgehen wird. Aus den grossen entstehen die Weibchen, aus den kleinen die darmlosen Männchen, die also keine Nahrung zu sich nehmen.

Über die Dipteren haben uns die Beobachtungen von Fritz [1]) und Hermann Müller [2]) Aufklärung verschafft. Bei vielen blutsaugenden Dipteren, Bremsen und Stechmücken nehmen die Männchen, welche der Stechwaffe gänzlich entbehren, nur Blumennektar zu sich, während die Weibchen entweder ausschliesslich von Blut oder doch meistens von solchem sich nähren. Der grössern Aufgabe wegen, die ihnen gestellt ist, werden sie mehr stickstoffreiche Nahrung zu sich nehmen müssen. — Unter den Coleopteren finden wir ein verschiedenes Verhalten der zwei Geschlechter bei den Bostrychiden. Diese bohren Gänge in den Nadelhölzern, in denen sie leben. Die Begattung findet bei der Begegnung in den Gängen statt. Aber nur das Weibchen frisst sich alsdann weiter, um später die Eier abzulegen. — Unter den Hymenopteren sehen wir zunächst bei den Ameisen, dass das Weibchen, die Königin, vollständig bedient, gefüttert und beim Ortswechsel selbst getragen wird [3]), so dass sie möglichst wenig Stoff für anderweitiges Arbeiten verbraucht und desto mehr für die Bildung von Eiern erübrigt. Die Männchen gehen dagegen nach der Copulation zu Grunde.

Über die verschiedene Ernährungsweise der Männchen und Weibchen bei den Bienen seien hier die Resultate der Beobach-

---

1) Über Paltostoma. Kosmos, Jahrgang IV, Heft 7.

2) Die verschiedene Blumenthätigkeit der Männchen und Weibchen von Insecten. Kosmos, Jahrgang V, Heft 8.

3) Burdach, Physiologie, B. II, S. 27.

tungen von Hermann Müller mitgeteilt. Bei ihrer Blumenthätigkeit lassen sich die ersteren weit mehr von dem Wohlgeschmack und der Bequemlichkeit der Erlangung als von der Massenhaftigkeit desselben leiten. Sie besuchen daher manche Honigblumen mit würzigem Duft besonders gern, die von den Weibchen derselben Art kaum einer Beachtung gewürdigt werden. Diese, durch die Sorge für die Nachkommen getrieben, sehen nur darauf, in möglichst kurzer Zeit möglichst viel Futterladungen einzuheimsen. Meist besuchen sie nur eine oder wenige Blumenarten, von denen sie wissen, dass sie die schnellste und ergiebigste Ausbeute an Nahrung liefern.

Beim Menschen scheinen die Verhältnisse etwas complicierter zu liegen. Der Körper des weiblichen Individuums verbraucht an und für sich weniger Nahrung als der des männlichen. Daher macht man in Gefängnissen die Beobachtung, dass die Frauen durchschnittlich weniger Nahrung bedürfen als die Männer. Dies gilt jedoch nur, so lange das weibliche Genitalsystem ausser Thätigkeit gesetzt ist. Zur Zeit dieser Ruhe wird sogar ein Überschuss durch die Menstruation beseitigt. Teilweise scheint er auch aufgespeichert zu werden; denn das Weib ist weit fettreicher als der Mann [1]). Während der Schwangerschaft dagegen verschwinden die rundlichen Formen. Auch repräsentieren zehn Menstrualblutungen bei weitem nicht das Gewicht des Kindes mit der Nachgeburt. Dieses wird wohl wenigstens 4000 gr betragen [2]), während die Menstruationsproducte durchschnittlich 100 bis 200 gr wiegen. Es geht hieraus deutlich hervor, dass zur Zeit der Schwangerschaft viel mehr Stoff verbraucht wird als während der Ruhe des Genitalsystems. Nach Fr. Richarz [3]) ist „jede Schwangerschaft infolge der grossen Abgaben mit einem gewissen Grad von Hydraemie und einer Abnahme des Haemoglobins, mit Veränderungen, wie sie sonst nur den mit Blutarmut einhergehenden Krankheiten zukommen, unzertrennlich verbunden.“ Man sieht hieraus, wie viel mehr ein weibliches Genitalsystem zu leisten hat als ein männliches. Der allgemeine Satz gilt also auch für den Menschen.

---

[1]) Schmidt's Jahrb. d. ges. Med. 183, pag. 116. Pagliani, Die Entwickelung des Menschen.

[2]) Leuckart, Über Zeugung. Wagners Handwörterb. d. Phys. IV, pag. 880.

[3]) Fr. Richarz, Über Zeugung und Vererbung, Bonn 1880, pag. 16.

Da die Weibchen ein so bedeutendes Stoffbedürfniss haben, so sind sie häufig durch Anpassung zu Schmarotzern ausgebildet worden, während ein solcher einseitiger Parasitismus bei den Männchen niemals vorkommt. Auch hier verlohnt es sich, einen Blick auf die so lehrreichen Verhältnisse bei den Arthropoden zu werfen. Bei den Copepoden sehen wir, wie die Weibchen der schmarotzenden Lernaeen, Lernaeopoden, Chondracanthiden infolge des Parasitismus kolossal an Grösse zunehmen. „Das Wachstum des Weibchens ist so enorm, dass es im Stadium der Brutproduction nach mässigem Anschlag eine mehr als 1000fache Körpermasse besitzt als im Alter der Begattung“ [1]). Alle Organe werden rückgebildet, der Körper wird aufgetrieben, zeigt unnatürliche Aussackungen und Auswüchse. Das Männchen hingegen behält sein normales Aussehn und wächst nicht so unmässig. Bei den Lernaeen schmarotzt das Männchen überhaupt gar nicht, sondern nur das befruchtete Weibchen. Auch die männlichen Sapphiriniden schwimmen frei umher, während die Weibchen in Salpen schmarotzend leben. Auch bei der von Claus entdeckten Sepicola longicauda fanden sich unter den an den Kiemen von Sepien parasitierenden Individuen nur weibliche [2]).

An den parasitischen Cirripedien finden wir eine nicht minder interessante Gruppe. Sie sind eigentlich Zwitter. Indessen kommen auch Weibchen vor, so bei Scapellum ornatum, Ibla Cumingii, Cryptophialus, Alcippe. Bei diesen treffen wir noch Zwergmännchen, welche im Gegensatz zu den grossen Weibchen resp. Hermaphroditen äusserst klein sind und an diesem haften. Unter den Amphipoden ist vielleicht nur Phronima zu erwähnen. „Die Weibchen sind Parasiten der Pyrosomen, in denen sie Ernährung und Wohnort finden. Bietet das Tönnchen dem wachsenden Tier keine Nahrung mehr, so wird ein grösseres gewählt und zuletzt das Brutgeschäft begonnen. Niemals aber findet man das Männchen im Tönnchen“ [3]). Die Isopoden bieten uns mehr Beispiele. Zunächst sehen wir bei den Garneelasseln wieder, wie das weibliche Geschlecht, das in den Kiemenhöhlen von Garneelen „eine schwelgerische Lebensweise führt“, unter Reduction

---

[1]) Claus, Beobachtungen über Lernaeocera, Peniculus und Lernaea. Marburg 1868.

[2]) Claus, Beiträge zur Kenntniss der Entomostraken. Marburg 1860.

[3]) Claus, Über Phronima sedentaria etc.

der Organe zu einer unbehülflichen unsymmetrischen Scheibe auswächst, während das winzig kleine Männchen seine Beweglichkeit behält.

Bei den Binnenasseln (Cryptoniscus, Entoniscus, Praniza) sind die Tiere bis zum Begattungsstadium einander sehr ähnlich. Das weitere Schicksal der Männchen ist meist unbekannt, vielleicht gehen sie dann zu Grunde. Das Weibchen jedoch parasitiert und schwillt infolge des Überflusses zu einem unförmlichen Sack an. Ebendasselbe finden wir bei der Insectenordnung Strepsiptera, deren Geschlechtsdimorphismus zuerst Siebold in ein richtiges Licht gestellt hatte. Das Männchen ist ein fliegendes schönes Insect von vielleicht kurzer Lebensdauer, das man Wespen und andere Adlerflügler verfolgen sieht; das Weibchen dagegen lebt flügellos, fusslos, blind als wurmförmige Made schmarotzend im Innern dieser Adlerflügler, streckt zuletzt Kopf und Geschlechtsorgane aus dem Hinterleib der Wespen hervor und wartet den befruchtenden Besuch des Männchens ab, welches nur dieserhalb die Adlerflügler verfolgt. Endlich wäre unter den Dipteren noch Pulex penetrans zu erwähnen, dessen Männchen die gewöhnliche Lebensweise der Flöhe beibehält, während das Weibchen sich in die Haut der Füsse von höhern Tieren einbohrt, um daselbst mit Hülfe reichlicherer und besserer Nahrung die Eierstöcke mächtig zu entwickeln.

Im Vorhergehenden wurde also gezeigt, wie die Weibchen im Gegensatz zu ihren Männchen häufig eine parasitische Lebensweise führen, was als eine Anpassung an den grösseren Nahrungsbedarf des weiblichen Geschlechts aufgefasst wurde.

Da die Weibchen aber mehr Nahrung verbrauchen, so folgt, dass auch bei ihnen mehr Nahrung zu finden ist; und damit steigt die Wahrscheinlichkeit, dass sie von Parasiten heimgesucht sind. In der That lassen sich viele Beispiele anführen, wo das Weibchen mehr Schmarotzer beherbergt als das betreffende Männchen.

Nach Leuckart und Küchenmeister[1]) kommt der Bandwurm bei Frauen etwa zweimal so oft vor als bei Männern. Jedoch könnte sich diese Erscheinung vielleicht auch auf andere Umstände zurückführen lassen, z. B. auf die Beschäftigung der

---

[1]) Schmidts Jahrbücher 99, pag. 97. Wawruch fand ihn bei 135 Frauen und 71 Männern.

Frauen. Weit besser sind daher die Beispiele, welche uns die Tierwelt bietet.

Bei den Cirripedien und parasitischen Copepoden schmarotzt sogar das eigene Männchen auf dem grossen parasitischen Weibchen resp. Zwitter. Das Männchen ist sehr klein und braucht wenig Nahrung, einigen fehlten sogar Mund und Darm [1]).

Das Geschlecht des Überflusses, wenn wir die Weibchen einmal so bezeichnen wollen, kann aber niemals auf dem des Mangels, den Männchen, schmarotzen. Dieser umgekehrte Fall ist fast undenkbar und seine Möglichkeit kann von vornherein bestritten werden. Wird nun der Parasit durch zu starken Nahrungsentzug gefährlich, so äussert sich dies zuerst beim Genitalsystem, das Weibchen wird unfruchtbar. So geschieht dies mit dem Weibchen der Einsiedlerkrebse, in denen Cryptoniscus resp. Peltogaster schmarotzt. Fraisse [2]) sagt: „Nach meinen Beobachtungen muss ich annehmen, dass Entoniscus Cavolinii nur bei Weibchen schmarotzt und die Unfruchtbarkeit seines Wirtes zur Folge hat.“

Wie weit der Geschlechtsdimorphismus sich steigern kann, zeigt sich bei dem Nematoden Trichosoma crassicauda [3]) und der Gephyree Bonellia. Hier beherbergt das weibliche Geschlecht das winzig kleine Männchen in den Fortpflanzungsorganen. An diesem extremen Fall sieht man am besten, wie unnatürlich der umgekehrte Fall sein würde. —

Wenn es richtig ist, dass im ganzen Tierreich das Weibchen, da es die Hauptarbeit der Reproduction übernommen hat, stärker ernährt werden muss, so wird auch bei Hermaphroditen notwendigerweise das weibliche Genitalsystem mehr Nahrung beanspruchen als das männliche.

Die Untersuchung dieser Verhältnisse ist mit Schwierigkeiten verknüpft, einmal, weil bei den meisten Hermaphroditen die Ernährungsverhältnisse der einzelnen Körperteile nicht bekannt sind und zweitens, weil häufig die beiden Genitalsysteme so nahe beisammen liegen, dass ein Urteil über ihre Nahrungszufuhr fast unmöglich ist.

---

1) Darwin, Cirripedien, pag. 26. Scalpellum.

2) Arb. a. d. zool. Inst. zu Würzburg IV B, 1877—78. Fraisse, Entoniscus Cavolinii etc.

3) Archiv f. Naturgesch. 39. Jahrg., Bd. II, pag. 542. Leuckart, Jahresbericht für 1872—75.

Einige Hermaphroditen scheinen Ausnahmen von der Regel zu bieten. Bei den Hirudineen z. B. erscheint gerade das männliche Genitalsystem weit mächtiger ausgebildet als das weibliche. Ersteres ist auf alle Segmente verteilt, letzteres findet sich dagegen nur in einem einzigen. So lange also noch nicht genauere Untersuchungen über die Ernährungsverhältnisse dieser Organe vorliegen, muss man annehmen, dass es hier wahrscheinlich der männliche Teil des Genitalsystems ist, welcher mehr Nahrung in Anspruch nimmt. Es würde dann hier eine Ausnahme von der allgemeinen Regel stattfinden, die sich vielleicht auf eine Anpassung an besondere Lebensverhältnisse wird zurückführen lassen.

Unter den Coelenderaten sind für Hydra[1]) diese Verhältnisse genauer studiert. Bei dieser haben wir zwei Tuberkelreihen, eine in der Nähe des Mundes, die andere um die untere Gegend des Magens. Erstere, unzweifelhaft weniger stark ernährten, bilden sich zu Hoden um, letztere aber haben dort ihren Sitz, wo die Verdauung stattgefunden, wo die Ernährungssäfte in grösster Menge vorhanden, und sie bilden sich auch zu Eiern resp. Knospen aus.

Unter den Würmern begegnen uns zunächst die meist hermaphroditischen Turbellarien. Man sieht hier sofort, wie klein die männlichen Geschlechtsdrüsen im Vergleich zu den weiblichen sind. Erstere bestehen nur aus den zwei Hoden, letztere aber aus dem Ovarium, den zwei sehr grossen Dotterstöcken und dem Behälter. Während die Hoden gleich das fertige Sperma liefern, werden die vom Ovarium ausgeschiedenen primitiven Eizellen erst von einem Dottermaterial umgeben, welches die Dotterstöcke liefern, und endlich noch von einer im Eibehälter ausgeschiedenen harten Schale umgeben. Es unterliegt also nicht dem geringsten Zweifel, dass das weibliche Genitalsystem bedeutend mehr Material zu liefern hat als das männliche und infolge dessen auch einer weit stärkern Ernährung bedarf. Noch mehr in die Augen springend aber finden wir dies bei der folgenden Gruppe.

Bei diesen, den Trematoden, scheint ein Übergang stattzufinden vom Hermaphroditismus zum geschlechtlichen Dimorphismus. Bei allen Arten aber sieht man auf den ersten Blick den kolossalen Unterschied zwischen den beiden Geschlechtssystemen.

---

[1]) William Marshall, Über einige Lebenserscheinungen der Süsswasserpolypen und über eine neue Form von Hydra viridis. Z. f. w. Z. XXXVII, 4. Heft, p. 668.

Der männliche Teil beansprucht nur die Ernährung von zwei einfachen oder lappigen Hoden. In dem weiblichen System aber haben wir zunächst das eigentliche Ovarium, ferner die ungeheuer grossen Dotterstöcke, welche in vielfach verzweigten Schläuchen die beiden Seitenteile des Tieres erfüllen, und endlich die Schalendrüse. Von diesen drei Drüsen sondert das Ovarium die Eier, die Dotterstöcke die Dotterballen und die Schalendrüse ein Secret ab, welches Ei und Dotter einhüllt. Man kann sich hiernach wohl vorstellen, welch grosser Ernährungsunterschied zwischen den beiden Systemen stattfindet. Man ist wohl berechtigt, die Absonderung und daher auch die Ernährung einer Drüse nach ihrer Oberfläche zu taxieren. Und dann treten die Hoden gegen die weiblichen Drüsen sehr zurück.

Ein sehr demonstratives Beispiel liefert uns Sagitta. Die beiden Geschlechtssysteme sind hier örtlich von einander getrennt. Der Darm zieht sich durch das ganze zweite Segment. Im ersten Teil desselben wird mehr verdauende Thätigkeit stattfinden, im zweiten dagegen werden die Ernährungsflüssigkeiten durch den Darm durchdringen. Und hier, also am best genährten Teil des ganzen Körpers, bilden sich die weiblichen Geschlechtsproducte. Die männlichen hingegen entstehen da, wo der Darm gar nicht einmal mehr hindringt, im dritten oder Schwanzsegment. Sie werden also nur von Säften ernährt, welche das weibliche Genitalsystem bereits passiert haben.

Bei den hermaphroditischen Gastropoden besteht eine Zwitterdrüse, welche beide Geschlechtsproducte liefert. Untersucht man aber eine solche, so findet man freie Spermatozoen und ferner Eier, welche meist noch im Entstehungszustand begriffen sind. Die Bildung letzterer und ihre Ernährung nimmt viel mehr Zeit in Anspruch, während die Spermatozoen scheinbar noch nebenbei gebildet werden.

Wenn man endlich die grosse Eiweissdrüse in betracht zieht, so wird man zugestehen müssen, dass auch bei den zwittrigen Gastropoden der weibliche Teil des Genitalapparates stärkere Ernährung beansprucht als der männliche.

Als weiteres Beispiel können uns die Thatsachen dienen, auf Grund deren van Beneden seine Theorie von der Geschlechtlichkeit der Keimblätter aufstellte. Er sah, dass bei einzelnen Tieren die männlichen Genitalproducte vom Ectoderm, die weiblichen vom Entoderm abstammten und glaubte, dies bei allen

übrigen auch vermuten zu dürfen. Diese Vermutung hat sich indessen als nicht stichhaltig herausgestellt.

Bei einigen Tieren trifft der Fall zu, er findet auch leicht seine Erklärung. Denn eine weibliche Zelle kann sich nur da ausbilden, wo sie gut ernährt wird, während Spermazellen sich auch an andern Stellen bilden können.

Bei einem Tier, das nur aus den beiden primären Keimblättern besteht, ist aber das Entoderm unstreitig besser ernährt als das Ectoderm, da letzteres ja seine Nahrung erst vom Entoderm bezieht.

Es ist also äusserst wahrscheinlich, dass die nahrungsbedürftige Eizelle im gut genährten Entoderm, die weniger anspruchsvolle Spermazelle im dürftiger versorgten Ectoderm sich ausbilde. Und in der That scheint dies bei vielen niedern Tieren der Fall zu sein. Meist jedoch ist der Bau des Tieres und damit das Ernährungsverhältniss der Keimblätter complicierter. —

Häufig tritt es ein, dass Hermaphroditen sich unter wechselnden Ernährungsverhältnissen befinden. Da nun der Mangel mehr der Ausbildung des männlichen Genitalsystems, der Überfluss aber mehr der des weiblichen günstig ist, so tritt häufig der Fall ein, dass nur das eine oder andere System die Funktionsfähigkeit erhält.

Bei solchen Hermaphroditen, bei denen regelmässig eine zeitlich verschieden starke Ernährung der Genitalien stattfindet, können die beiden Geschlechter zu verschiedenen Zeiten zur Ausbildung gelangen. Bei vielen findet in der Jugend, wo das Tier noch das Maximum der Nahrungsstoffe zum Aufbau des eigenen Körpers braucht, eine schwächere Ernährung des Genitalsystems statt, weshalb nur der männliche Teil zur Ausbildung gelangt. Später dagegen, wenn das System mehr Nahrungszufuhr erhalten wird, kann das Tier auch weiblich functionieren.

Von den Isopoden sind die Cymothoideen hermaphroditisch, jedoch mit zeitlicher Trennung der Geschlechtsreife. Im jugendlichen Alter sind dieselben funktionsfähige Männchen. Nach einer spätern Häutung werden die weiblichen Drüsen immer weiter entwickelt, so dass das Tier bald nur als Weibchen fungiert.

Ähnliches scheint beim Süsswasserschwamm (Spongilla) stattzufinden. Keller[1]) fand in kleineren Exemplaren stets nur

[1]) Zool. Anz. 1. Jahrg. pag. 314. Spermabildung bei Spongilla.

Spermazellen. Im Anfang erübrigt der Schwamm noch wenig Stoff für die Reproduction und es ist eine Anpassung an diesen Umstand, dass er dann nur männlich functioniert. —

Endlich wäre es noch nötig, für Pflanzen zu beweisen, dass das weibliche Geschlecht mehr Nahrung beansprucht als das männliche. Hierüber brauchen wohl nicht viele Worte gesagt zu werden. Es wird Niemand daran zweifeln, dass zur Ausbildung des männlichen Blütenteils weniger Stoffzufuhr nötig ist als zur Entwickelung des weiblichen inclusive der der Frucht.

Als ein Beispiel könnte angeführt werden, was Darwin über die cultivierte Erdbeere[1]) sagt, die in den Vereinigten Staaten eine starke Neigung zur Trennung der Geschlechter zeigt. „Die männlichen tragen grosse, die hermaphroditischen mittelgrosse, und die weiblichen kleine Blüten. Die letzteren Pflanzen producieren wenig Ausläufer, während die zwei anderen Formen deren viele producieren; infolge dessen vermehren sich, wie sowohl in England, als in den Vereinigten Staaten beobachtet worden ist, die Pollen tragenden Formen sehr schnell, und streben danach, die weiblichen zu verdrängen. Wir können daher schliessen, dass viel mehr Lebenskraft auf die Production von Eichen und Früchten verwandt wird, als auf die Production von Pollen.“

Ferner sagt Gärtner[2]): „Die männlichen Blüten der Lychnis vespertina sind etwas kleiner und von zarterem Baue als die weiblichen.“ — „Das Leben der männlichen Blüte ist von kürzerer Dauer als das der weiblichen: es scheint dies ein allgemeines Gesetz bei dem dichogamen Baue der Blumen zu sein; denn alle männlichen Blumen vergehen oder fallen ab nach der Verstäubung des Pollens.“

Der Dimorphismus der Geschlechtszellen bei den Volvocineen ist bereits erwähnt worden. Auch bei höheren Algen bemerken wir diese fortschreitende Differenzierung. Die Gameten waren ursprünglich jedenfalls gleich gestaltet. Bei weiter entwickelten sehen wir jedoch, wie die weibliche Geschlechtszelle grösser und weniger beweglich wird als die männliche, sie übernimmt es, die Nahrung für den Aufbau des Embryo zu liefern. Bei den Melanophyceen z. B. lässt sich diese fortschreitende Differenzierung sehr deutlich verfolgen.

---

[1]) Die verschiedenen Blütenformen an Pflanzen der nämlichen Art, übers. v. J. V. Carus, pag. 253.

[2]) Beiträge zur Kenntniss der Befruchtung, I, pag. 44.

Bei vielen *Prothallophyten* sind die männlichen Pflänzchen kleiner als die weiblichen. Bei den gewöhnlichen Laubmoosen, Schachtelhalmen und andern kann man sich hiervon überzeugen. Bei den heterosporangiaten Farnen zeigt sich, dass die männlichen Elemente weniger Nahrung bedürfen als die weiblichen.

Aus allen diesen Beispielen geht wohl auf das Unzweifelhafteste hervor, dass infolge eingetretener Arbeitsteilung dem weiblichen Geschlecht die Aufgabe zugefallen ist, den Stoff für den Aufbau des Embryo zu liefern. Das weibliche Genitalsystem beansprucht daher im Allgemeinen mehr Nahrung als das männliche. —

Beim weiblichen Geschlecht spielt, wie bewiesen wurde, die Ernährung eine weit wichtigere Rolle als beim männlichen. Schon aus diesem Umstand folgt, dass eine Änderung in der Ernährungsstärke beim weiblichen Geschlecht weit grössere Folgen haben muss als beim männlichen. Eine derartige Einwirkung ist ja überhaupt von grossem Einfluss auf das Genitalsystem. Und zwar wirkt eine Verminderung der Ernährung derartig, dass eine Verminderung der Reproduction eintritt. Besonders stark muss die Einwirkung auf das weibliche Geschlecht sein, da ja von diesem hauptsächlich die Stärke der Reproduction abhängig ist. *Das weibliche Geschlecht resp. dessen Genitalapparat wird daher weit empfindlicher gegen Ernährungsschwankungen sein, als dies beim männlichen der Fall ist.*

Die Empfindlichkeit des weiblichen Genitalsystems zeigt sich z. B. bei vielen Insecten. Bei den Bienen sehen wir, dass die meisten befruchteten Eier — während die unbefruchteten zu Männchen werden müssen, wie oben gezeigt wurde — infolge unzulänglicher Ernährung sich nicht zu vollkommenen Weibchen ausbilden können, da sich der Mangel zunächst auf die Entwickelung des weiblichen Geschlechtsapparates geltend macht. Diese Individuen bilden sich daher nur zu Arbeitern, d. h. verkümmerten Weibchen aus.

Es ist also kein Zufall, dass bei staatenbildenden Insecten es gerade das weibliche Geschlecht ist, dem die Arbeiter angehören, sondern es ist dies begründet in der grossen *Empfindlichkeit des weiblichen Genitalapparates gegen verminderten Nahrungszufluss.* Soll sich bei Bienen das Geschlecht vollkommen ausbilden, so wird die Larve der zukünftigen Königin in einer weiten, geräumigen Weiselwiege gepflegt und mit reichlicher

Nahrung und königlicher Kost zum geschlechtsreifen, begattungsfähigen Weibchen, zur Königin erzogen, deren Genitalapparat dann auch eine kolossale Leistungsfähigkeit erreicht, so dass die Königin an einem Tage über 3000 Eier abzusetzen im Stande ist. Wie empfänglich der weibliche Genitalapparat für Überfluss ist, zeigt sich durch die Beobachtungen Siebolds und anderer noch auf eine andere Art. Fehlt dem Stock nämlich eine Königin, so werden einige der Larven, welche eigentlich zu Arbeitern bestimmt waren, in Weiselwiegen gebracht und ihnen die bessere königliche Nahrung gereicht. Der weibliche Geschlechtsapparat, dessen Ausbildung eigentlich durch schlechte Nahrung unterdrückt werden sollte, entwickelt sich dann ausserordentlich, so dass eine solche Königin in keiner Beziehung einer andern nachsteht. Bei keinem einzigen Tiere ist dagegen bis jetzt eine solche ausserordentliche Empfindlichkeit des männlichen Genitalsystems gefunden worden.

Auch durch viele andere Beobachtungen ist der grosse Einfluss der Nahrungszufuhr auf das weibliche Genitalsystem hinreichend constatiert. Nach Gaspard entwickeln sich die Eier der Weinbergschnecke bei warmer Witterung in drei, bei kühler erst in 4—6 Wochen [1]). Bekannt ist ferner die Beobachtung, dass gut gefütterte Pferde um 8 Tage eher gebären als schlecht genährte. „Ammon hat sogar bei Durchsicht der preussischen Gestütsregister gefunden, dass eine kräftigere Fütterung des Muttertieres die Tragzeit um 10—14 Tage abkürzt" [2]). Ernst Zeller [3]) beobachtete, dass die Eiproduction von Polystomum integerrimum beim Eintritt der Frühlingswärme vor sich geht. Bei jüngern Fröschen, in denen solche Würmer schmarotzen, findet man selbst noch im Mai und Juni Eier im Eiergang. Diese Verzögerung der Eierproduction kann sehr wohl auf den Einfluss einer weniger reichlichen Nahrung in jüngeren Tieren zurückgeführt werden.

Auch bei Vögeln scheint der Einfluss der Nahrung auf die Ausstattung der Eier ein bedeutender zu sein. Baldamus giebt eine Notiz, „nach welcher in einem sehr günstigen Mäusejahr die

---

[1]) Burdach, Physiologie, Bd. II, S. 76.

[2]) von Dr. Ploss angeführt: Über die das Geschlechtsverhältniss der Kinder bedingenden Ursachen. Monatsschrift für Geburtskunde. 12. B.

[3]) Zeitschrift f. wiss. Zoologie, XXVI, 1876. Dr. E. Zeller, Weiterer Beitrag zur Kenntniss der Polystomen.

Eier der Sumpfweihen nahezu die doppelte Grösse des Durchschnittsmaasses erreichen"[1]).

Ferner „fand His die Keimscheibe der Hühner im Herbst viel spärlicher mit Dotterkörnchen ausgestattet als im Sommer"[2]).

Eigentlich könnten hier fast alle Beispiele, welche aufgezählt wurden, um die Empfindlichkeit des Reproductionsapparates überhaupt gegen Ernährungsveränderungen zu zeigen, noch einmal wiederholt werden; denn fast alle betreffen besonders die Thätigkeit des weiblichen Geschlechtes. Lässt man Daphniden[3]) hungern, so tritt eine Resorption der weiblichen Geschlechtsproducte ein. Beim Männchen ist Ähnliches noch nicht beobachtet worden. Auch Weismann hat daher die Ansicht, dass es das weibliche Geschlecht ist, welches durch ungünstige Verhältnisse am meisten affiziert wird. Dasselbe lässt sich über Hydra[4]) sagen. Der untere Tuberkelring liefert die weiblichen Geschlechtsproducte, Knospen und Eier. Diese Tuberkel sind sehr unbeständig, verschwinden öfter und treten wieder auf, z. B. nach der Ablösung der Knospe, wenn diese also keine Nahrungszufuhr mehr von der Mutter erhalten kann, verschwinden sie, um dann später wieder aufzutreten. Lässt man die Tiere hungern, so werden sie, wie schon oben erwähnt, resorbiert. Der obere Tuberkelring hingegen, der die männlichen Geschlechtsproducte liefert, ist weit beständiger und scheint kaum von der Nahrungszufuhr abhängig zu sein. —

Auch wenn in der Gefangenschaft die Reproduction vermindert wird, ist es besonders das weibliche Genitalsystem, welches hiervon affiziert wird; denn bei sehr vielen gefangenen Tieren wird die Begattung ausgeübt, es werden aber keine oder nur wenige Junge geworfen. Hieraus geht hervor, dass es weniger die Production von Sperma als vielmehr besonders die Ablösung der Eier sein muss, welche in folge der Einwirkung ungünstiger Verhältnisse reduziert wird.

Im zoologischen Garten zu London wurden nach Darwin[5])

---

[1]) Hensen, Physiologie der Zeugung. p. 19 (Hermann's Handbuch d. Phys.).

[2]) His, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbeltierleibes. Leipzig 1868, p. 13. Citiert von Hensen.

[3]) Weismann, Zur Naturgeschichte der Daphniden, p. 126.

[4]) William Marshall, Über einige Lebenserscheinungen der Süsswasserpolypen und über eine neue Form von Hydra viridis. Z. f. w. Z. XXXVII, 4. Heft, p. 668.

[5]) Das Variiren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Übers. v. J. V. Carus, II. Bd., p. 146.

bei Feliden 73 Begattungen gezählt (abgesehen von den vielen, welche nicht beobachtet wurden) und doch folgten diesen nur 15 Geburten.

Dasselbe gilt für Bären, einige Nagetiere, Affen.

Einige Raubvögel wurden in der Begattung gesehen, produzierten aber keine Eier. —

Auch die Kinder zeigen je nach dem Geschlecht eine verschiedene Empfindlichkeit gegen Veränderungen in der Ernährung. Bei dem Nahrungswechsel der neugeborenen Kinder werden mehr Mädchen als Knaben vom Tod ereilt, trotzdem vorher die Knaben aus andern Gründen eine grössere Sterblichkeit zeigten. Die Besprechung führt hierauf später zurück und eine Tabelle über die verschiedene Sterblichkeit der Kinder je nach dem Geschlecht soll alsdann mitgeteilt werden. —

Es muss ferner noch gezeigt werden, dass auch bei Pflanzen es das weibliche Geschlecht ist, welches am empfindlichsten reagiert auf Veränderungen der Lebensbedingungen.

Heyer[1]) fand durch seine Versuche, bei welchen er Pflanzen unter den verschiedensten Verhältnissen aufzog, dass weibliche Individuen von Mercurialis annua unter verschiedenen Bedingungen weit stärker in Bezug auf die Bildung von Trockensubstanz affiziert werden als männliche, wie folgende Tabelle zeigt.

Lufttrockene Trockensubstanz in Prozenten.

Lebensbedingungen	Geschlecht	Trockensubstanz	Differenz
Gartenerde unbeschattet	♀	12,507	+ 1,062
" "	♂	11,445	
Sandboden "	♀	13,331	+ 0,920
" "	♂	12,411	
Gartenerde beschattet	♀	9,706	— 0,047
" "	♂	9,753	
Sandboden "	♀	8,981	— 0,031
" "	♂	9,012	

„Während auf den nicht beschatteten Abteilungen die weiblichen Pflanzen eine grössere Menge Trockensubstanz gebildet haben als die männlichen, ist es bei den beschatteten gerade umge-

[1]) Untersuchungen über das Verhältniss des Geschlechtes bei einhäusigen und zweihäusigen Pflanzen. Dissertation, Halle, 1883, pag. 40.

kehrt," d. h. die weiblichen reagiren so zu sagen weit empfindlicher auf Veränderungen der Lebensbedingungen als die widerstandsfähigeren männlichen.

Man könnte dem Satz, dass das weibliche Genitalsystem das empfindlichere sein soll, eine Bemerkung Darwins entgegenhalten, welche sich in seinem Buch über die verschiedenen Blütenformen an Pflanzen der nämlichen Art findet [1]). Er sagt: „Pflanzen im Zustande der Cultur oder unter veränderten Lebensbedingungen werden häufig steril, und die männlichen Organe werden viel häufiger affiziert als die weiblichen, obschon zuweilen die letzteren allein affiziert werden."

Diese Bemerkung bezieht sich aber ohne Zweifel nicht auf die Ausbildung der männlichen Elemente, sondern nur auf die Contabescenz der Antheren, welche er an einer andern Stelle erörtert [2]). Wodurch diese hervorgerufen wird, ist, wie auch Darwin sagt, noch nicht festgestellt. An derselben Pflanze sind alle Blüten in nahezu demselben Grade affiziert. Die Eigenschaft wird durch Senker, Ableger und dergl. und vielleicht auch durch Samen fortgepflanzt. Darwin sagt, dass die Affection auch durch Inzucht hervorgebracht werden könne. Kölreuter und Wiegmann glauben, dass die Ursache in ungünstigen Lebensbedingungen zu suchen sei. Die Sache ist also noch unentschieden und weitere Versuche müssen abgewartet werden. Die Erscheinung beruht jedenfalls auf einer Neigung der Pflanze dioecisch zu werden. Gärtner [3]) stellte ebenfalls viele Versuche an, welche über die Ursache keinen Aufschluss gaben.

Indessen könnten manche Beobachtungen Darwins für die Theorie angeführt werden. Er beobachtete z. B. weibliche und männliche Sträucher von Euonymus europaeus (Celastrineae) [4]) während drei Jahre und fand, dass in dem einen sehr günstigen Jahre nicht nur die weiblichen Pflanzen eine sehr grosse Menge von Früchten bildeten, sondern dass sogar auf den Pollen tragenden Pflanzen sich solche, bei einigen sogar in nicht unbeträchtlicher Menge vorfanden. In folge der günstigeren Lebensbedingungen hatten sich die gewöhnlich functionslosen weiblichen Or-

---

[1]) Übers. v. J. V. Carus pag. 245.

[2]) Das Variiren der Tiere und Pflanzen im Zustande des Domestication. Übers. v. J. V. Carus, pag. 163.

[3]) Beiträge zur Kenntniss der Befruchtung, pag. 117 etc.

[4]) l. c. pag. 252.

gane der männlichen Pflanze doch entwickelt und sogar Früchte produziert.

Ferner sagt Darwin[1]): „Dass die Pflanzen in ihrer Fruchtbarkeit durch unbedeutende Veränderungen der Lebensbedingungen affiziert werden können, ist um so merkwürdiger, als der Pollen, wenn er einmal im Process der Bildung begriffen ist, nicht leicht verletzt wird. Eine Pflanze kann umgesetzt werden oder ein Zweig mit Blütenknospen kann abgeschnitten und in Wasser gesteckt werden und doch wird der Pollen reif. Auch kann der Pollen, wenn er einmal reif ist, Wochen oder selbst Monate lang aufbewahrt werden. Die weiblichen Organe sind weit sensitiver." Bei einigen dicotyledonen Pflanzen fand Gärtner[2]), dass ein Versetzen die weiblichen Organe unfruchtbar gemacht hatte. Bei Crocus fand Herbert[3]) ähnliches. Durch den angeführten Satz entkräftet Darwin selbst seine frühere oben angeführte Bemerkung, die der Theorie Schwierigkeit zu bieten schien.

Gärtner[4]) sagt von Dianthus japonicus, einer Passiflora und von Nicotiana, dass er Pflanzen beobachtete, deren weibliche Organe steril waren, während die männlichen ihre vollkommene Ausbildung erlangt hatten.

Nach Gärtner[5]) blühen die männlichen Rispen von Zea Mays nana 89—107 Tage, die weiblichen 106—125 Tage nach der Aussaat. „In der Regel geht daher die Entwickelung der männlichen Rispe um 18—19 Tage der der weiblichen Organe voraus, und jene ist regelmässiger und weniger variabel als die Erscheinung dieser letzteren; die Entwickelung dieser weiblichen scheint daher mehr von äussern Umständen abzuhängen als die der ersteren."

Aus allen diesen Thatsachen kann man den sichern Schluss ziehen, dass es nicht nur bei Tieren sondern auch bei Pflanzen das weibliche Geschlecht ist, welches gegen eine Änderung der Ernährung besonders empfindlich ist. Es hängt dies zusammen mit dem Umstand, dass bei den Weibchen, da sie den Stoff zum

---

[1]) Das Variiren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Übers. v. J. V. Carus, II. Bd. p. 162.

[2]) Gärtner, Beiträge zur Kenntniss der Befruchtung, p. 560, 564.

[3]) Citiert von Darwin, l. c. p. 163, entnommen aus dem Journal of Horticult. Soc. 1847, Vol. II, pag. 83.

[4]) Gärtner, Bastarderzeugung, pag. 356.

[5]) Beiträge zur Kenntniss der Befruchtung, pag. 522.

Aufbau des Embryo zu liefern haben, die Ernährung eine weit wichtigere Rolle spielt als bei dem männlichen Geschlecht.

β. Die Regulierung des Sexualverhältnisses.

Es sei gestattet, noch einmal eine flüchtige Übersicht über den Gang des Beweises im zweiten Teil der Arbeit zu halten.

Zunächst wurde gezeigt, dass die durchschnittliche Stärke der Vermehrung bei jedem Tiere eine ganz bestimmte, stets wiederkehrende ist. Unter verschiedenen Ernährungsbedingungen jedoch, überhaupt unter sehr günstigen oder ungünstigen Verhältnissen weicht dieselbe mehr oder weniger von dieser Norm ab. Die Stärke der Reproduction richtet sich also nach den Existenzbedingungen. Es war ferner gezeigt worden, dass den Weibchen die Hauptaufgabe hierbei zukommt, insofern sie den Stoff zum Aufbau des Embryo zu liefern haben. Hieraus folgt, dass die Vermehrungsstärke besonders von der Zahl der Weibchen abhängig ist. Bei einer relativ grossen Anzahl von Weibchen können in derselben Zeit viel mehr Junge produziert werden als bei einem Mangel an Weibchen.

Da es nun vorteilhaft für die Fortpflanzung der Tiere ist, wenn sie sich zur Zeit des Überflusses möglichst stark vermehren, so wird es auch vorteilhaft sein, diese Vermehrung besonders durch eine relativ grosse Zahl von Weibchen zu verstärken.

Daher war bereits die Vermutung ausgesprochen worden, dass die Tiere durch natürliche Züchtung die Fähigkeit erlangt haben möchten, bei eintretendem Überfluss besonders mehr weibliche Individuen hervorzubringen und sich überhaupt in der Zahl der produzierten Weibchen nach den Ernährungsbedingungen zu richten. Diese vorteilhafte Eigentümlichkeit bewirkt, dass mit Hülfe der Weibchen, denen ja die Hauptarbeit bei der Reproduction zufällt, eine ganz besonders starke Vermehrung eintritt und so der Überfluss durch eine möglichst starke Reproduction ausgenutzt wird.

Wenn dies richtig ist, so müssen auch umgekehrt bei eintretendem Mangel relativ mehr Männchen geboren werden, die Zahl der Weibchen muss abnehmen; alsdann tritt eine den ungünstigen Existenzbedingungen entsprechende schwache Vermehrung ein.

Leider ist es durchaus nötig, diese theoretischen Betrachtungen noch etwas weiter zu verfolgen. Es lassen sich nämlich mehrere Bedenken erheben, welche auf den ersten Blick gerecht-

fertigt erscheinen. Diese müssen besprochen und als nicht zutreffend erwiesen werden.

Zunächst mag an folgendem Beispiel erörtert werden, eine wie starke Vermehrung mit Hülfe eines Weibchenüberschusses herbeigeführt werden kann.

Denken wir uns, eine Species, deren Tragzeit vier Monate betrage, produziere bei Eintritt von Überfluss viermal so viel weibliche als männliche Individuen. (Der Veranschaulichung wegen sei diese ungewöhnliche Zahl gestattet). Fragen wir nun, wie gross die Vermehrungsfähigkeit dieser Tiere ist, so ergiebt sich folgendes. Trotzdem alsdann auf je ein Männchen vier Weibchen kommen, können letztere doch fortwährend in Reproductionsthätigkeit gehalten werden. Da nämlich durchschnittlich jeden Monat eins derselben wieder befruchtungsfähig wird, so kann das Männchen dieses sofort wieder befruchten, indem das Sperma in wenigen Tagen wieder ersetzt wird. Fünf Tiere können also pro Monat ein Junges liefern.

Anders verhält es sich aber, wenn die Tiere diese günstige Eigenschaft nicht hätten, wenn sie trotz Eintritt des Überflusses ebenso viel männliche als weibliche Individuen erzeugten. Es werden dann je zwei Tiere (ein männliches und ein weibliches) in vier Monaten ein Junges hervorbringen, zehn Individuen werden demnach in dieser Zeit nur fünf produzieren, während bei den Tieren, welche im Überfluss mehr Weibchen erzeugten, zehn Individuen in vier Monaten acht Junge hervorbringen konnten. Wir sehen also, dass die Reproductionsfähigkeit einer Anzahl Tiere hauptsächlich von der Zahl der Weibchen abhängt, da diesen ja die Hauptfunction hierbei zukommt.

Nun aber kann man der Theorie folgenden Einwand entgegenhalten: Man denke sich eine Abteilung Tiere mit normalem Sexualverhältniss, und diese produziere auch bei Eintritt von Überfluss gleichviel Männchen und Weibchen. Nur ein Tier habe die Eigenschaft, unter diesen Verhältnissen mehr Weibchen hervorzubringen, so wird mit Hülfe derselben die ganze Abteilung allerdings mehr Nachkommen hinterlassen können. Bei diesem Überschuss von Weibchen aber wird eins derselben durchschnittlich weniger Nachkommen haben als die Männchen. Folglich wird ein Tier, welches die Eigenschaft nicht hat, mehr Weibchen bei Nahrungsüberfluss zu produzieren, sondern welches, während alle übrigen Geburten einen Weibchenüberschuss zeigen, mehr Männchen hervorbringt, mehr Nachkommen hinterlassen als die übrigen Tiere. Man

könnte nun glauben, dass die Eigenschaft bei Nahrungsüberfluss mehr Weibchen zu gebären für die Vermehrung des betreffenden Individuums eher ungünstig sei und infolge dessen unmöglich von der Natur gezüchtet werden könnte.

Die Unzulässigkeit dieser Schlüsse geht aus folgender Überlegung hervor. Man denke sich auf dem Verbreitungsgebiet eines Tieres herrsche Mangel an Nahrung. Dieses Tier habe aber die Eigenschaft dennoch relativ mehr Weibchen zu gebären, so werden diese Jungen sich auf einem Gebiet bewegen, welches das Verbreitungsgebiet der Mutter zum wahrscheinlichsten Centrum hat. Die auf dieser Fläche lebenden Tiere werden mit Hülfe dieser Weibchen relativ viel Nachkommen erzeugen können (wie oben bewiesen wurde). Und zwar stammen, wenn die übrigen Tiere mehr Männchen produzierten, von jedem Weibchen sogar mehr Nachkommen ab als von jedem Männchen. Da aber der Voraussetzung nach auf diesem Gebiete Nahrungsmangel herrscht, so wird (wie bereits gezeigt wurde) eine relativ stärkere Vermehrung eine relativ schwächere Fortpflanzung zur Folge haben. Das Weibchen also, welches die Eigenschaft hatte, im Mangel mehr weibliche Individuen zu produzieren, wird nur wenig Nachkommen hinterlassen. Also gerade die stärkere Vermehrung ist es, welche der Fortpflanzung des Tieres und damit der Vererbung und Ausbreitung dieser Eigenschaft entgegentritt.

Das Umgekehrte lässt sich von einem Tiere beweisen, welches bei Nahrungsmangel mehr Männchen hervorbrachte. Diese der Fortpflanzung günstige Eigenschaft erfährt also eine natürliche Züchtung.

Für den Fall eines Überflusses gilt das entgegengesetzte. Hier ist eine starke Production von Weibchen günstig; denn mit Hülfe derselben tritt eine stärkere Vermehrung ein und diese entspricht einer ebenso starken Fortpflanzung, da die Nachkommen alle leben und gedeihen können.

Produziert dagegen ein Tier trotz des Überflusses mehr Männchen, so wird dadurch die Vermehrung auf dem betreffenden Verbreitungsgebiete reduziert zu einer Zeit, wo eine starke Vermehrung auch eine starke Fortpflanzung zur Folge haben würde.

Indessen lässt sich der Einwurf vielleicht besser durch folgendes Beispiel widerlegen. Er basiert hauptsächlich auf der Ansicht, dass eine Eigenschaft, welche der Vermehrung der übrigen Tiere zwar günstig, aber der des Tieres selbst ungünstig sei, nicht von der Natur gezüchtet werden könnte. Wie falsch dies ist, lehren

uns Erscheinungen bei den Bienen und Ameisen. Diese produzieren unfruchtbare Arbeiter, welche zwar durch ihre Thätigkeit dem Gesammtwesen nützen, aber ihre Eigenschaften selbst nicht direct vererben können. Dennoch wäre es sehr falsch zu glauben, dass letztere daher nicht gezüchtet werden könnten. Diejenigen Ameisen werden nämlich am meisten Nachkommen hervorbringen können, welche auch solche nützliche Arbeiter produzieren. Wenn letztere nicht selbst sich vermehren, so nützen sie durch Übernahme aller sonstigen Arbeit der Reproduction ihrer Geschwister, deren nützliche Eigenschaft, solche unfruchtbare Arbeiter hervorzubringen, auf diese Weise gezüchtet wird.

Also selbst angenommen die Eigenschaft, bei Eintritt von Überfluss, im Gegensatz zu den übrigen Tieren, mehr Männchen hervorzubringen, sei der Fortpflanzung dieses Tieres vorteilhaft, so wird dadurch der der übrigen mehr oder weniger verwandten geschadet. Diejenigen, welche also solche (sei der Ausdruck erlaubt) eigennützige Tiere hervorbringen, werden sich weniger stark fortpflanzen als solche, deren Nachkommen in bezug auf die Reproduction „uneigennützige" Eigenschaften haben, d. h. solche, welche dem Gesammtinteresse der Tiere mehr entsprechen als dem eigenen. — Obige Erörterung stützt sich also auf den bekannten Satz, dass das Interesse aller wichtiger ist als das des einzelnen.

Wenn nun infolge der eben besprochenen Eigenschaft beim Überfluss mehr Nachkommen und besonders mehr weibliche produziert sind, so wird mit Hülfe letzterer die zweite Generation besonders zahlreich ausfallen können. Bei der Production dieser letzteren herrschte aber schon ein nicht mehr normales Sexualverhältniss der Erzeuger. Der Überschuss an weiblichen Individuen bewirkt später notwendig eine Mehrgeburt von männlichen Jungen. Tritt also ein andauernder Nahrungsüberfluss ein, so werden zunächst überhaupt mehr Junge und besonders mehr weibliche erzeugt. Sind diese herangewachsen, so kann eine erst recht starke Vermehrung stattfinden. Unter den spätern Generationen aber finden sich wieder relativ viel männliche Individuen, so dass sich bei anhaltendem Überfluss später das Gleichgewicht im Sexualverhältniss wieder herstellt. In der Natur aber findet stets ein Wechsel von Überfluss und Mangel statt. Die relative Mehrproduction von weiblichen Individuen dauerte mindestens eine volle Generation hindurch. Der Überfluss wurde fortwährend durch

starke Vermehrung ausgenutzt, besonders aber während des Heranwachsens der zweiten Generation. —

Noch ein Einwurf muss besprochen werden. Man könnte vielleicht auf den Gedanken kommen, die Behauptung, dass bei Mangel mehr Männchen geboren werden, stehe im Widerspruch mit einer früheren Auseinandersetzung, wonach die Weibchen dann, wenn sie stärker genährt werden, mehr Knaben hervorbringen sollen.

Bei einer genaueren Durchsicht der damaligen Erörterungen ersieht man aber bald, dass es sich dort um etwas wesentlich anderes handelt. Es ist eine starke vor der Befruchtung stattfindende Ernährung des Weibchens und eine schwache des Männchens, welche die geschlechtliche Leistungsfähigkeit des ersteren im Gegensatz zu der des letzteren steigert und eine Mehrgeburt von männlichen Nachkommen bewirkt.

Herrscht indessen Überfluss oder Mangel, so kommt ein Gegensatz in der Ernährung der beiden Geschlechter überhaupt nicht zu Stande. Wenn die Genitalproducte des Weibchens bei der guten Ernährung zum männlichen Geschlecht neigen, so ist die Tendenz des Sperma unter diesen Umständen die entgegengesetzte, wodurch eine Ausgleichung herbeigeführt wird. Ein Gegensatz in den Qualitäten (z. B. im Alter) der Geschlechtsproducte bei der Befruchtung kommt hier also nicht in Betracht. Vielleicht ist es die dem Embryo bei seiner Entwickelung gebotene Nahrungsmenge, welche die Geschlechtsausbildung beeinflusst. Jedenfalls wirkt auch sie in dieser Weise, wie sich später zeigen wird. —

Aus diesen theoretischen Erörterungen geht hervor, dass es für die Fortpflanzung der Tiere vorteilhaft ist, zur Zeit des Mangels mehr Männchen und zur Zeit des Überflusses mehr Weibchen zu produzieren. Man ist also berechtigt zu vermuten, dass die Organismen eine dem-entsprechende nützliche Eigenschaft haben. Alle darauf bezüglichen Thatsachen sollen im Folgenden angeführt werden. Wir werden alsdann sehen, ob die Tiere wirklich solche vorteilhafte Eigenschaften besitzen.

β'. Das Sexualverhältniss unter gleichen Ernährungsverhältnissen.

Ist der Satz richtig, dass die Ernährungsverhältnisse von Einfluss auf die Geschlechtsausbildung sind, so müssen bei gleicher Nahrungszufuhr sich mehr Tiere gleichen Ge-

schlechtes ausbilden, als unter sonstigen Verhältnissen der Fall sein würde. Einige Thatsachen mögen dies erläutern.

„Insectenlarven, namentlich gewisse Raupen, auch einige Kokkoslarven entwickeln sich an bestimmten Futterplätzen ausschliesslich zu weiblichen, an andern ausschliesslich zu männlichen Tieren, ferner die zu Tierstöcken verbundenen Polypen sind mit nur wenigen Ausnahmen desselben Geschlechts“ [1]). Die Rädertiere tragen entweder nur männliche oder nur weibliche Eier, nie aber beides. Auch die Beobachtungen von Léon Dufour [2]) sind hier zu erwähnen. „Dieser zog aus einer gewissen Galle immer nur weibliche Individuen des Hymenopteron Stomoctea, war aber sehr erstaunt, als er aus der Puppe eines Tenthredo nichts als männliche Individuen desselben Hymenopterons erhielt.“ Der Einfluss der verschiedenen Lebensverhältnisse auf die Ausbildung des Geschlechtes ist bei diesen Beispielen unverkennbar.

Dasselbe zeigt sich bei den Orthonectiden. „Jeder Mutterschlauch erzeugt nur Larven eines Geschlechtes. Gewöhnlich trifft man in einer Ophiuride nur Männchen oder nur Weibchen erzeugende Schläuche, obwohl nicht selten Ausnahmen von dieser Regel vorkommen“ [3]). Letzteres lehrt, dass die Ernährung nicht das einzige in Betracht kommende Moment ist, sondern dass auch andere Umstände von Einfluss sind.

An dieser Stelle muss auch die Thatsache besprochen werden, dass Zwillinge mit gemeinsamen Eihäuten und Doppelmissbildungen stets gleiches Geschlecht besitzen. Dasselbe wäre nach Hueter und Ploss auf die Wirkung der gemeinsamen Ernährung zurückzuführen. Indessen fragt es sich, ob solche Zwillinge wirklich gemeinsam oder gleich ernährt werden, so fand Hyrtl, dass bei gemeinsamen Chorion zweier Kinder die Gefässbezirke getrennt waren. K. Mayrhofer [4]) kann

---

[1]) Ploss, Monatsschrift f. Geburtskunde und Frauenkrankheiten, B. 12.

[2]) Recherches anatomiques et physiologiques sur les Orthoptères etc. in den Mémoires présentés par divers savants à l'Acad. roy. d. scienc. de l'Institut de France. T. VII, 1841, p. 528.

[3]) Zoologischer Anzeiger 1879.
Metschnikoff, Zur Naturgeschichte der Orthonectiden.

[4]) Wiener med. Presse No. 36—48: Über die Entstehung des Geschlechtes beim Menschen. Ferner Arch. f. Gynaek. B. IX: Gegen die Hypothese, die menschlichen Eierstöcke enthielten männliche und weibliche Eier.

daher die gemeinsame Ernährung nicht als das geschlechtsbestimmende ansehen. Er sagt: „Man kann bei allen Zwillingen von einer gemeinsamen Ernährung sprechen; denn sie erfolgt ja immer durch denselben mütterlichen Organismus im Allgemeinen und im besonderen durch dieselbe Gebärmutter.“ Untersuchen wir nun die Geschlechtsverhältnisse der Zwillinge genauer, so finden wir in der That ein stärkeres Überwiegen der Gleichgeschlechtlichkeit, als man dies der Wahrscheinlichkeit nach erwarten sollte. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung ergiebt [1]) nämlich, dass 49,96 % Zwillingsgeburten von gemischtem Geschlecht sein sollten. Moser selbst aber fand unter 33 556 Zwillingsgeburten nur 36,21 %, Ploss [2]) in Sachsen von 1831—35 nur 32,37 %. Berg [3]) erhielt aus der Statistik Schwedens dasselbe Resultat. Unter 19 295 Zwillingsgeburten waren 37,36 % von verschiedenem Geschlecht. Neefe [4]) fand ebenfalls nur 36,4 % Zwillinge ungleichen Geschlechtes. Nach Meckel von Hemsbach [5]) waren unter 141 715 Zwillingen 36,15 %, welche verschiedenes Geschlecht hatten.

Zu demselben Resultate führten die Aufzeichnungen der Gebäranstalten. Sickel [6]) fand unter 482 Zwillingsgeburten das Verhältniss der Kinder ungleichen Geschlechts zu denen von gleichem wie $1 : 1\frac{49}{96}$ (beinahe 2 : 3).

Baillarger [7]) fand 158 Zw.-geb. von gleichem, 98 von ungleichem Geschlecht, Späth [8]) 128 und 56, Elsässer [9]) 62 und

---

[1]) Moser, Die Gesetze der Lebensdauer, 1839. Citiert von Ploss und von Neefe.

[2]) Ploss, Zur Zwillingsstatistik. Monatsbl. f. med. Stat. u. öffentl. Gesundheitspfl. No. 1, 1861. (Beilage zu Göschens deutscher Klinik).

[3]) Schmidts Jahrb. d. ges. Med. 188, pag. 149. Über Geburten mit mehreren Früchten.

[4]) l. c. 179, pag. 187. Neefe, Zur Statistik der Mehrgeburten (Auszug). Ferner in den Jenenser Jahrb. f. Nationalök. u. Stat. XV, pag. 168—195 (Orig.).

[5]) Müllers Arch. f. Phys., Jahrg. 1850, pag. 235. Über die Verhältnisse des Geschlechtes, der Lebensfähigkeit etc.

[6]) Schmidts Jahrb. d. ges. Med. 104, pag. 108: Bericht über Gebäranstalten.

[7]) l. c. 89, pag 212. Baillarger, Über das Verhältniss der Geschlechter bei mehrf. Geb. (Original: L'Union 142, 1855).

[8]) Wien. Zeitschrift N. F. III 15, 16, 1860. Späth, Studien über Zwillinge.

[9]) Schmidts Jahrbücher 96, pag. 331. Elsässer, Über die

20, Levy[1]) 73 und 43, Siebold[2]) 45 und 42. Eine Addition der in Gebärhäusern gewonnenen Zahlen (von Sickel, Baillarger, Späth, Elsässer, Levy, Siebold) ergiebt, dass unter 1207 Zwillingsgeburten nur 452 von ungleichem Geschlecht waren, d. h. 37,4 %. Diese Zahl stimmt gut mit den von Moser, Ploss und Meckel gefundenen.

Hak[3]) fand in seinem Dienstbezirk unter 348 Zw.-geburten 128 von ungleichem Geschlecht, d. h. 36 %.

Bei Drillingsgeburten zeigt sich dieselbe Erscheinung. Der Wahrscheinlichkeit nach sollte nur ungefähr $\frac{1}{4}$ oder 25 % derselben von gleichem Geschlecht sein (drei Mädchen oder drei Knaben). Es zeigt sich indessen, dass dies weit häufiger der Fall ist. Meckel von Hemsbach fand fast die Hälfte derselben von gleichem Geschlecht (nämlich 719 und 1594 Geburten). Nach Neefe war der Procentsatz der Drillinge von gleichem Geschlecht in Preussen, Oesterreich und Italien 49,6 %; denn er fand 2146 derartige unter 4327 Drillingsgeburten. Stets bemerken wir also ein stärkeres Auftreten der Gleichgeschlechtlichkeit bei den Mehrgeburten, als man dies der Wahrscheinlichkeit nach erwarten sollte.

Für Vierlinge gilt dasselbe. Die Wahrscheinlichkeit, dass alle vier Kinder von gleichem Geschlecht sind, ist etwa 12 %. Es finden sich deren aber weit mehr.

Die umfassendste Arbeit hierüber verdanken wir v. Fricks[4]). Sämmtliche Mehrgeburten in Preussen von 1826 bis zum Schluss des Jahres 1881 sind hier in Rechnung gezogen.

---

mehrfachen Geburten in d. Gebäranst. etc. (Original: Würtemb. Corr. Bl. 31, 1856).

[1]) l. c. 81, pag. 326. Levy, Über Zwillingsgeb. u. ihre Behandlung. (Original: Hosp. Meddelelser, Bd. 5).

[2]) Mon.-Schrift f. Geburtsk. XIV, pag. 401, 1859. Siebold, Zur Statistik der Zwillingsgeburten.

[3]) Schmidts Jahrbücher 108, pag. 50. Hak, Zur Statistik der menschl. Zwillingsgeburten. (Original: Ärztl. Mitteil. a. Baden 13, 1859).

[4]) Zeitschrift des statistischen Bureaus in Berlin 1882. Geburten, Eheschliessungen und Sterbefälle im preussischen Staate während des Jahres 1881.

Unter 1000 Geburten sind:

	Geschlecht	wahrscheinlich	wirklich	Zahl der Fälle
Zwillinge	gleich	500	629	303 459
	ungleich	500	371	179 101
Drillinge	gleich	251	467	2 559
	ungleich	749	533	2 916
Vierlinge	gleich	126	353	30
	ungleich	874	647	55

Diese Zahlen zeigen am besten, wie ausserordentlich die Gleichgeschlechtlichkeit bei den Mehrgeburten überwiegt.

Bei getrennten Placenten fand Siebold 9 gleichgeschlechtliche und 21 ungleichgeschlechtliche Geburten, Späth 32 von gleichem und 16 von ungleichem Geschlecht. Letzterer erhielt ferner bei verwachsenen Placenten (2 Chor.) 26 von gleichem und 20 von verschiedenem Geschlecht; 31 mit einem Chorion waren wie immer von gleichem Geschlecht. — Kehren wir zurück zur Besprechung der Theorien, welche aufgestellt wurden, um dies Überwiegen der Gleichgeschlechtlichkeit zu erklären.

Bei Gefässkommunikation wurde stets Gleichgeschlechtlichkeit gefunden. Die beiden Zwillinge können sogar teilweise Zwitter sein und ihr Genitalapparat ist bei beiden vollkommen gleichartig gebaut. Solche höchst interessante Fälle wurden von Nägele[1]) und Katzky mitgeteilt. Diese Thatsachen scheinen dafür zu sprechen, dass gemeinsame Ernährung die Gleichgeschlechtlichkeit verursacht habe. Mayrhofer indessen erkennt diesen Schluss nicht an, da die Ernährung oft sehr ungleich ist. Sehr häufig zeigt sich nämlich, dass, während der eine Zwilling völlig gesund und wohl ausgebildet ist, der andere sehr schlecht ernährt, erkrankt, ja selbst gestorben sein kann. Späth (Citiert von Mayrhofer) beobachtete einen Fall, wo sich bei einer Placenta und einem Chorion voluminöse Gefässanastomosen zeigten. Und doch war der eine Foetus abgestorben, der andere jedoch vollkommen gesund. Nach Claudius[2]) kann der eine Embryo dem andern das Blut vollständig entziehen, bei dem alsdann Missbildung eintritt. Trotz dieser ungleichen Ernährung haben sie aber gleiches Geschlecht.

[1]) Meckels Archiv B. V, pag. 136.

[2]) Entwickelung der herzlosen Missgeburten, Kiel 1859. Citiert von Mayrhofer.

Nun könnte man denken, dass, wenn es nicht die gleich starke Ernährung, d. h. die gleiche Quantität des Blutes ist, welche die Gleichgeschlechtlichkeit bewirkt, dass es dann wohl die gleiche Qualität desselben sein wird. Aber auch diese Auslegung ist unstatthaft. Einmal ist die Mischung des Blutes in der gemeinsamen Placenta so gering, dass eine vollständige Gleichartigkeit der zwei Blutmengen nicht angenommen werden kann, dass trotz Gemeinsamkeit von Placenta und Anastomosen „ein jeder Foetus ein abgeschlossenes und vom Nachbarfoetus unabhängiges Leben führt" (Späth, Credé etc.). Zweitens sprechen gegen die gleiche Beschaffenheit des Blutes alle Fälle von herzlosen Missgeburten. Diese erhalten das Blut, das schon zur Ernährung des gesunden Foetus gedient hat, also jedenfalls von ganz anderer Qualität ist; und doch haben sie stets dasselbe Geschlecht wie der Nachbarfoetus. Also auch die Qualität des Blutes ist unwesentlich.

Schultze und Ahlfeld[1]) stellten zuerst den Satz auf, dass die Gleichgeschlechtlichkeit die Folge der Abstammung aus einem Ei sei. Letzterer ging dann noch weiter und behauptete, dass es männliche und weibliche Eier im Eierstock gebe. Dort müssten also gleichsam genau abgezählt 106 männliche auf 100 weibliche sich vorfinden und dieses Verhältniss dürfte keine Schwankungen zeigen, was, wie wir genügend gesehen haben und noch ferner sehen werden, nicht richtig ist. Die Individualität des Vaters müsste ebenfalls ohne jeden Einfluss auf das Geschlecht der Nachkommen sein. Schon Hecker[2]) wandte sich gegen diese Theorie von Ahlfeld, namentlich da er gezeigt hatte, dass ältere Erstgebärende mehr Knaben gebären, als man erwarten sollte. Die Theorie hat nur den Vorzug, dass sie sehr bequem ist und nicht näher erforscht werden kann. Denn es wird wohl kaum eine Ursache angegeben werden können, warum im Eierstock das eine Ei sich männlich ausbildet, das folgende wieder weiblich und so fort im Verhältniss von 106 zu 100.

Dem Richtigen weit näher scheint die Auslegung von Mayrhofer zu stehn. Er kommt zu dem Resultat: „Bei zwei verschiedenen menschlichen Eiern können die Conceptionen durch einen Zwischenraum von einigen Tagen getrennt sein und so kann

[1]) Arch. f. Gynaekologie IX: „Beiträge zur Lehre von den Zwillingen" und IV: „Ursachen der Geschlechtsdifferenz, nachgewiesen durch Beobachtungen an Zwillingen und Drillingen.

[2]) Schmidts Jahrbücher d. ges. Med. 189, pag. 300. Über die Sterblichkeit der Kinder in der Gebäranstalt zu München.

bei Zwillingen, die aus zwei Eiern entstehen, irgend welcher erst nach der Conception wirkender Einfluss das Geschlecht des ersten Eies bestimmen, ehe das zweite befruchtet wird, oder wenigstens ehe für das zweite der Moment nach der Conception gekommen ist, in welchem die Bestimmung des Geschlechts getroffen wird. Zwillinge, welche von einem Chorion umschlossen sind, stammen aber aus einem Ei; es giebt also für solche Zwillinge nur eine Conception, deshalb kommt für beide der Moment, in welchem durch irgend welchen Einfluss (nach der Conception) das Geschlecht bestimmt wird, zur selben Zeit, und daher sind solche Kinder notwendig von gleichem Geschlecht.“ Für die Gleichgeschlechtlichkeit ein-eiiger Zwillinge ist also eine Erklärung gefunden.

Man könnte nun glauben, das Überwiegen der Gleichgeschlechtlichkeit bei Zwillingen überhaupt liesse sich zurückführen auf das Vorkommen von Zwillingen aus einem Ei, da diese doch stets dasselbe Geschlecht haben. Diese Vermutung ist jedoch falsch, weil die Gleichgeschlechtlichkeit viel häufiger vorkommt, als sich aus dem Procentsatz ein-eiiger Zwillinge ergeben würde, wie schon v. Fircks[1]) gezeigt hat. Nach Ahlfeld kommt nämlich auf 8,15 Zwillingsgeburten eine mit einem Chorion[2]). Wollte man aber das so starke Auftreten gleichgeschlechtlicher Zwillinge aus dem Vorkommen solcher eineiigen Zwillinge erklären, so müsste man annehmen, dass schon auf 3,84 Zwillingsgeburten eine solche mit einem Chorion käme, was nicht der Fall ist. Hieraus folgt, dass nur die Ähnlichkeit der Verhältnisse, unter welchen sich die Zwillinge befinden, das Überwiegen der Gleichgeschlechtlichkeit herbeiführen kann. Die Thatsache also, dass die Früchte, welche unter ähnlichen äussern Umständen gezeugt und ernährt wurden, sehr häufig gleiches Geschlecht haben, spricht klar dafür, dass die äussern Umstände auf die Entstehung des Geschlechtes von Einfluss sind.

Sehr viele äussere Umstände, d. h. viele geschlechtsbestimmende Faktoren sind also bei Zwillingen dieselben, wie das Alter des Vaters, der Mutter, der Ernährungszustand beider, die Stärke der Beanspruchung, die Ernährung des Embryo etc. Sie

---

[1]) Diese Berechnung findet sich in Hermanns Handb. d. Phys. (Hensen, Phys. d. Zeugung), pag. 251.

[2]) Das ist 23 % der Gleichgeschlechtlichen.

wirken für beide Zwillinge nach derselben Richtung. Daher tritt bei ihnen Gleichgeschlechtlichkeit häufiger auf, als man der Wahrscheinlichkeit nach erwarten sollte. Eine Verschiedengeschlechtlichkeit kann z. B. durch zeitlich getrennte Befruchtung verursacht sein, indem das Ei, je später es befruchtet wird, desto mehr zum männlichen Geschlecht hinneigt. Es wird sogar nicht selten eintreten, dass von zwei Eiern, die sich zugleich losgelöst, das eine erst infolge eines späteren Geschlechtsactes befruchtet wird. Bei ein-eiigen Zwillingen hingegen findet nur eine Befruchtung statt. Der Zustand (z. B. das Alter) des Eies und des Spermatozoen, wenn nur einer eindringt, ist für beide Zwillinge derselbe. Sollten zwei das Ei befruchten, so werden diese in ihren Eigenschaften nicht sehr von einander abweichen, da sie bei demselben Geschlechtsact auftreten und zu gleicher Zeit eindringen. Endlich ist auch die Ernährung der Zwillinge eine meist ungefähr gleich starke. Der Umstand also, dass bei Mehrgeburten die geschlechtsbestimmenden Factoren häufiger gleichartig als entgegengesetzt wirken, hat eine überwiegende Gleichgeschlechtlichkeit dieser Kinder zur Folge.

Wir haben also an einigen Beispielen gesehen, dass die Tiere und Menschen, deren Geschlecht unter gleichen oder ähnlichen äussern Bedingungen entsteht, häufiger gleiches Geschlecht zeigen, als unter sonstigen Verhältnissen der Fall ist. Daraus darf man schliessen, dass die äussern Umstände von Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes sind.

β''. Das Sexualverhältniss unter ungleichen Ernährungsverhältnissen.

aa. Beim Menschen.

Allerdings lassen sich Gründe dafür angeben, dass der Einfluss der Ernährung des Embryo bei höher entwickelten Tieren nur ein geringer ist. Das Schwanken des Sexualverhältnisses beträgt nur wenige Procent, aber es ist noch immer gross genug, um auf das unzweifelhafteste nachgewiesen werden zu können.

Beim Menschen sind die fraglichen Erscheinungen am interessantesten und am genauesten studiert, daher sollen diese zuerst erwähnt werden.

Zunächst muss aber gleich von vorn herein ein Einwurf widerlegt werden, den man der Theorie jedenfalls machen wird. Man könnte Folgendes einwenden: „Die Behauptung, dass bei schlech-

terer Ernährung sich ein Knabe und bei besserer ein Mädchen ausbildet, steht im Widerspruch mit der Thatsache, dass ein Knabe während seines Embryonal-lebens mehr Nahrung verbraucht als ein Mädchen, da er bekanntlich schwerer ist als letzteres"[1]).

Ich glaube nicht zu weit zu gehen, wenn ich sage: Dieser Gedanke ist teleologisch. Die schwächere Ernährung bewirkt auf rein mechanischem Wege die Ausbildung zum männlichen Geschlecht und sie „überlegt" nicht, dass der Knabe den secundären Geschlechtscharacter hat, später, also lange nachdem das Geschlecht entschieden ist, rascher zu wachsen und mehr Nahrung zu beanspruchen. Aus der Thatsache aber, dass dies doch der Fall ist, folgt, dass die Knaben, deren Geschlechtsentstehung durch mangelhafte Ernährung verursacht worden ist, sich relativ weniger gut ausbilden können, während bei den Mädchen das Umgekehrte der Fall ist. Die unbedingte Folge dieser relativ schwächeren Ausbildung wird eine grössere Sterblichkeit sein. Es müssen also während des Embryonal-lebens mehr Knaben zu Grunde gehen als Mädchen. Und in der That findet sich unter den Knaben eine grössere Zahl von Totgeburten. Als weitere Wirkung der relativ schwächern Ausbildung zeigt sich auch anfangs eine grössere Sterblichkeit der männlichen Kinder.

---

[1]) Nach Frankenhäuser (Mon. Schrift f. Geburtsk. XIII, pag. 170) betrug das Durchschnittsgewicht der neugeborenen Knaben 3484, das der Mädchen 3344 gr. Diese Zahlen wurden aus 1702 Fällen berechnet. Nach Veit (l. c. VI. 1855) wogen 1312 Knaben durchschnittlich 3545 gr und 1239 Mädchen 3440 gr. Nach Ingerslev (l. c. 169, pag. 156) war das Gewicht bei 1833 Knaben 3380,9 gr, bei 1617 Mädchen 3279,7 gr. Kézmárszky (l. c. 159, pag. 145) fand das mittlere Gewicht von 34 Knaben zu 3382,8 gr und das von 39 Mädchen zu 3283,7 gr. Von mir wurde aus den Protokollen des Gebärhauses zu Jena (1861—81) das mittlere Gewicht von 732 Knaben zu 3236 und das von 642 Mädchen zu 3126 gr gefunden. Damit in Übereinstimmung steht das Gewicht der Placenta. Aus den Protokollen zu Dresden (1878—82) und Jena (1861—81) wurde das Durchschnittsgewicht der Placenta von 3671 Knaben zu 597,3 gr, das von 3398 Mädchen zu 583,5 gr berechnet. Die Zahl der Fälle ist eine so grosse, dass man die Thatsache als gesichert annehmen kann. Hieraus geht hervor, dass die Grösse der Placenta in Beziehung steht zur Grösse des Kindes. Der Knabe wiegt etwa 3 % mehr als das Mädchen und seine Placenta ist um etwa $2\frac{1}{2}$ % schwerer. Es wird sich später Gelegenheit bieten, auf diese nicht unwichtige Beziehung, welche zwischen der Schwere der Placenta und der Stärke der Ernährung des Embryo besteht, später zurückzukommen.

Wie ausserordentlich viel geringer die Lebensfähigkeit der Knaben ist als die der Mädchen, mag durch folgende Zahlen veranschaulicht werden.

Walser[1]) stellte auf Grund von 14000 Geburten im Oberamtsbezirk Leutkirch die folgenden Verhältnisse fest:

Im ersten Lebensjahre starben (inclusive Totgeburten) . . .	154	Knaben	auf	100	Mädchen
dito (excl. Totgeb.)	147	„	„	„	„
Totgeburten (incl. unreife Geb.)	266	„	„	„	„
Unreife Geburten	174	„	„	„	„

Sickel[2]) fand unter 107 frühgeborenen Knaben und 110 Mädchen 18 totgeborene Knaben und 21 todgeb. Mädchen. Verfasser fügt aber hinzu, dass diese Zahlen zu klein sind, um Schlüsse zuzulassen. Für Totgeburten indessen führt er grössere Zahlen an. Unter 20942 Knaben wurden 1039 tot geboren (also 1 : 19,16), ferner wurden von 19274 Mädchen nur 717 tot geboren (1 : 25,76). Das Verhältniss ist also für Knaben sehr viel ungünstiger. Auch starben in den ersten zwölf Tagen von 4556 Knaben 257 (1 : 17,7), von 4514 Mädchen aber nur 214 (1 : 21,1).

Hecker[3]) fand bei Totgeburten das Verhältniss von 118 Knaben zu 100 Mädchen, erstere waren also stärker beteiligt. Ausserdem sterben auch während der Geburt mehr Knaben; das Verhältniss war hier 139 : 100. Letztere Erscheinung wird indessen nur durch die Grösse der Knaben herbeigeführt und steht in keiner Beziehung zu der relativ schlechteren Ernährung derselben.

Nach Rosen[4]) war der Procentsatz der Totgeburten in Dänemark 1835—49 bei Knaben 5,03 % und bei Mädchen nur 3,9 %. Wir finden also überall dieselbe Erscheinung wieder.

Die Sterblichkeit im ersten Jahre war (1845—54) folgende:

	Knaben	Mädchen
Kopenhagen . .	28,43 %	25,28 %
Landstädte . .	19,44 „	16,55 „
Land	18,49 „	15,26 „
Dänemark . . .	19,56 %	16,34 %

[1]) Archiv f. Heilkunde v. Wagner I, 1860: Über die Ursachen der Sterblichkeit der Kinder im ersten Lebensjahr.

[2]) Schmidts Jahrb. d. ges. Med. 104, pag. 107: Bericht über Gebäranstalten etc.

[3]) l. c. 189, pag. 300: Über die Sterblichkeit der Kinder etc.

[4]) l. c. 112, pag. 355 (Orig.: Om Afkommet af Syphylitiske 1859).

Nach Ploss[1]) war die Sterblichkeit im ersten Lebensjahr in Sachsen

	Knaben	Mädchen
Tiefland . .	16,89	13,74
Gebirgsland .	18,00	14,75
Obergebirge .	19,81	16,38

In Preussen war nach Dr. Engel[2]) 1877 diese Sterblichkeit:

	Knaben	Mädchen
Im ganzen Staat	18,7	16,9
in den Landgemeinden	17,8	16,3
„ „ Stadtgemeinden	19,6	17,6
„ „ Städten unter 20000 Einw.	19,9	17,9
„ „ 64 grösseren Städten . .	19,4	17,2

Granville[3]) fand in England 1838—42 unter 377845 im ersten Lebensjahr gestorbenen Kindern das Verhältniss von 126,7 : 100.

Diese Angaben bestätigen die von Walser.

Abgesehen also von den grösseren Schwierigkeiten, welche die Knaben beim Geburtsact selbst zu bestehen haben, geht aus diesen Zahlen hervor, einer wie grossen Sterblichkeit die Knaben ausgesetzt sind und zwar sowohl während des Foetallebens als auch während der ersten Tage nach der Geburt.

Alsdann befinden sich beide Geschlechter unter gleichen Ernährungsbedingungen und die grössere Sterblichkeit der Knaben nimmt daher ab. Unter diesen gleichen Umständen erweisen sich sogar die Knaben als widerstandsfähiger. Sobald nämlich der Nahrungswechsel eintritt, sterben mehr Mädchen als Knaben, da ja das weibliche Geschlecht empfindlicher gegen Schwankungen in den Ernährungsverhältnissen ist als das männliche. Dies zeigt die von Walser gegebene Tabelle:

---

[1]) l. c. 112, pag. 323: Statistische Untersuchungen über die Kindersterblichkeit.

[2]) l. c. 186, pag. 219: Preussische Statistik (amtlich).

[3]) l. c. 43, pag. 114.

Alter der Kinder	Männl. Geschl.		Weibl. Geschl.		Beide Geschl.	
	Sterblichkeit pro Tag	Anteil nach Procenten d. Sterbl.	Sterblichkeit pro Tag	Anteil nach Procenten d. Sterbl.	Sterblichkeit pro Tag	Anteil nach Procenten d. Sterbl.
0—24 Stund.	333,0	58,5	165,0	52,3	498,0	55,4
1—7 Tage	30,1	5,2	15,9	5,0	46,0	5,1
7—14 „	56,5	10,4	39,0	12,6	95,5	11,5
14—21 „	55,3	9,8	31,2	9,9	86,5	9,9

Aus der Tabelle ersieht man, dass die Sterblichkeit in der zweiten Woche auf das Doppelte steigt, weil alsdann nach dortiger Sitte der Nahrungswechsel bereits eintritt. Beim weiblichen Geschlechte ist dieselbe, wenigstens in dem untersuchten Bezirk, um 2,2 % höher als beim männlichen.

Auch in folgender von Bentzen[1]) gegebenen Sterblichkeitstabelle der Kinder tritt dies deutlich hervor:

Alter nach Monaten	Knaben			Mädchen		
	Kopenhagen	Landstädte	Land	Kopenhagen	Landstädte	Land
1	50,8	54,2	59,9	46,3	53,5	57,0
2	8,7	7,9	7,6	9,4	7,5	8,1
3	7,1	6,9	5,9	7,4	7,6	5,8
4, 5, 6	14,6	14,9	12,0	16,5	13,5	12,9
7, 8, 9	9,7	9,4	8,1	11,3	10,4	8,4
10, 11, 12	9,1	6,7	6,5	9,1	7,5	7,8

Auch hier zeigt sich, wie anfangs die Sterblichkeit der Knaben infolge der Nachwirkung der relativ schlechteren Ernährung grösser ist, während später die empfindlicheren weiblichen Individuen unter der Ernährungsänderung stärker leiden.

Anmerkung. Küttner (Über den Einfluss des Geschlechts auf Kinderkrankheiten, Schmidts Jahrbücher 103) vergleicht auf Grund statistischer Angaben der Dresdener Kinderheilanstalt das Geschlechtsverhältniss bei verschiedenen Krankheiten. Vielleicht muss man aber diese Schlüsse mit Vorsicht hinnehmen, weil nämlich Knaben öfter zum Arzte gebracht werden als Mädchen, da den Eltern an der Erhaltung ersterer weit mehr gelegen ist. Diesen letzteren Umstand

---

[1]) Schmidts Jahrbücher 108, pag. 53. Bentzen, Über die Sterblichkeit im ersten Lebensjahr. (Original: Ugeskrift for Laeger XXVIII, pag. 441).

kann man auch auf folgende Weise nachweisen. Wenn man nämlich das Geschlechtsverhältniss der in den Familiennachrichten der Zeitungen veröffentlichten Geburten statistisch untersucht, so ergiebt sich ein zu grosser Knabenüberschuss. Es ist dies ein Beweis, dass die Geburt eines Knaben die Eltern häufiger zum Annoncieren veranlasst als die eines Mädchen, welche weniger zu erfreuen scheint. Auch in der Statistik der Kinderheilanstalten zeigt sich bei fast allen Krankheiten ein bedeutender Knabenüberschuss. Die auf diese Weise gewonnenen Zahlen haben also keinen absoluten, sondern nur relativen Wert. So zeigt sich z. B., dass Knaben Krankheiten am Nervensystem weit mehr ausgesetzt sind als solchen an den Verdauungsorganen. An ersteren litten unter 10 000 Kranken 91 Kn. u. 51 M., an letzteren 1050 Kn. u. 983 M. Dies bestätigt Brünniche (Journal für Kinderkrankheiten XXXIII, citiert von Küttner).

Alle diese sicher festgestellten Thatsachen stehen in Übereinstimmung mit der Theorie und finden durch sie ihre Erklärung.

Bei schlechterer Ernährung entstehen verhältnissmässig mehr Knaben. Im Allgemeinen haben aber die Knaben die Eigenschaft, rascher zu wachsen, also mehr Nahrung zu verbrauchen. Diejenigen Knaben also, deren Geschlechtsbestimmung durch eine schlechtere Ernährung herbeigeführt wurde, werden sich später unter besonders ungünstigen Bedingungen befinden und sich weniger gut ausbilden können. Bei Mädchen wird dies dagegen nicht stattfinden, da sie einmal unter durchschnittlich besseren Ernährungsverhältnissen entstehen und ferner auch weniger Nahrung beanspruchen. Die Folge dieser für die Knaben so ungünstigen Verhältnisse muss sein, dass sie während des Foetallebens häufiger sterben als Mädchen. Die schädliche Wirkung der relativ schlechteren Ernährung ist sogar so nachhaltig, dass auch nach der Geburt die Sterblichkeit der Knaben noch erheblich grösser ist als die der Mädchen.

Wenn die Knaben aber unter durchschnittlich ungünstigeren Ernährungsverhältnissen sich finden, so darf man schon hieraus schliessen, dass letztere zum männlichen Geschlecht bestimmend wirken. Indessen sprechen die directen Beweise weit deutlicher hierfür und wenden wir uns jetzt zu diesen. —

Ploss[1]) machte zuerst darauf aufmerksam, dass bei Prosperität eine Mehrgeburt von Mädchen eintrete, und stellte den Satz auf, „dass auch beim Menschen die besonders gute Ernährung,

---

[1]) Monatsschrift für Geburtskunde, Bd. XII, pag. 321.
Man vergleiche auch: Schmidt's Jahrbücher der Medicin 102, 1859, pag. 285.

welche die Mutter ihrer Frucht gewährt, mehr Aussicht auf ein Mädchen minder gute Nahrung aber Aussicht auf einen Knaben giebt.“

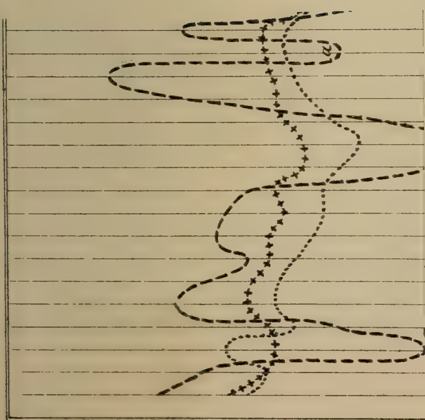
Die Prosperität eines Volkes ist Schwankungen ausgesetzt. Es ist zweifellos, dass namentlich die untern Klassen sich in guten Jahren besser nähren als in schlechten. Der Theorie zufolge muss man daher in guten Jahren eine grössere Zahl von Mädchengeburten erwarten als in schlechten. Ploss verglich nun das Steigen und Fallen der Preise der Nahrungsmittel mit den Schwankungen des Sexualverhältnisses der Geborenen in Sachsen und fand, wie erwartet, dass der Knabenüberschuss mit den Preisen steigt und fällt. Er wies statistisch nach, dass in ungünstigen Zeiten einige Prozent mehr Knaben geboren wurden als bei billigen Preisen der Nahrungsmittel. Nebenbei mag erwähnt sein, dass der Fleischconsum einen bedeutenderen Einfluss auf die Schwankungen im Geschlechtsverhältniss der Geborenen zu haben scheint als der Verbrauch an Vegetabilien.

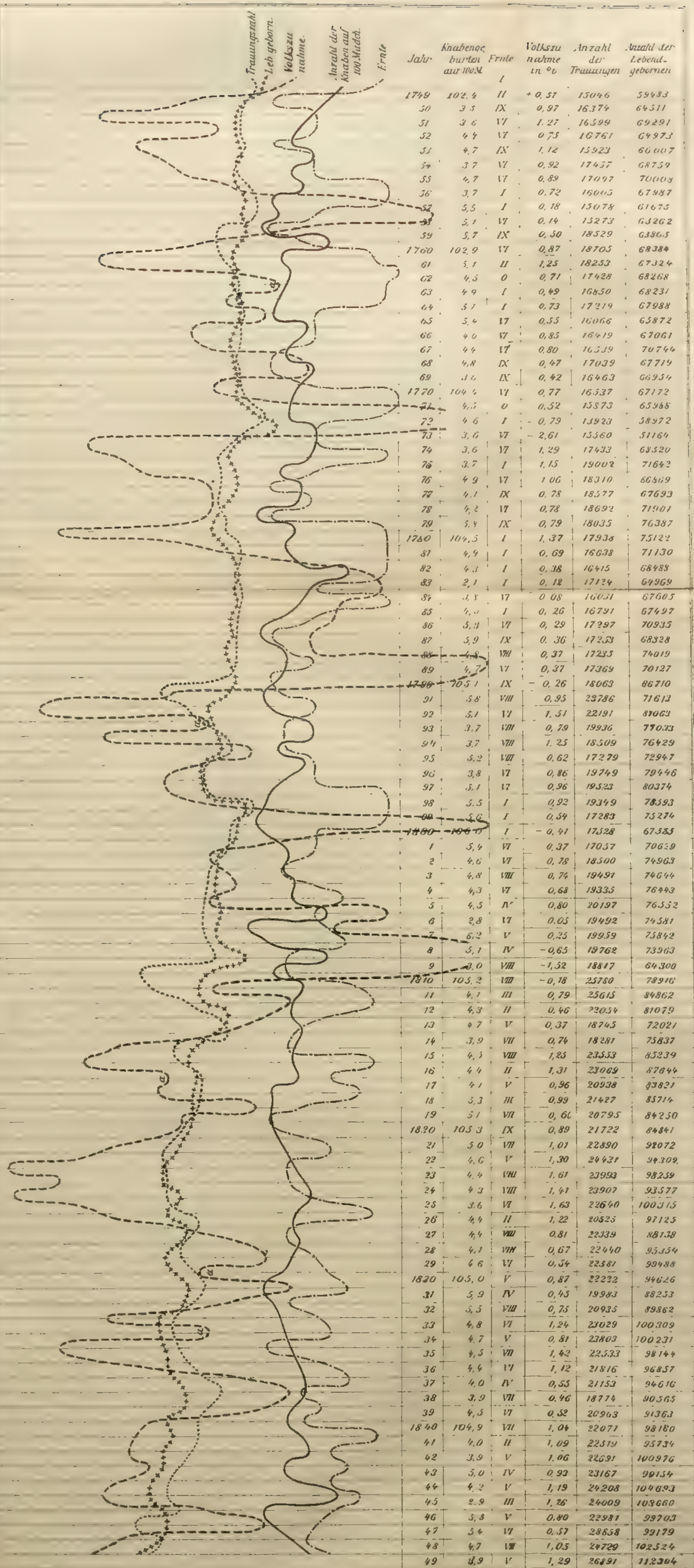
Ploss fand ferner, dass selbst in Paris sich in den Jahren 1841—1850 bei einer näheren Betrachtung der Einfluss des wechselnden Steigens und Fallens der Getreidepreise auf die Geschlechtsproduction der geborenen Kinder zeigte; weniger deutlich war ein solcher Einfluss in England von 1838—1847 bemerklich.

Aber gerade diesen Satz bekämpft Wappäus[1]) in seiner allgemeinen Bevölkerungsstatistik und führt als Widerlegung die Statistik Schwedens an, welche trotz vieler Missernten diese Erscheinung in den Jahren von 1770—1790 nicht aufweist. Hiergegen lässt sich indessen zweierlei einwenden. Einmal gehört Schweden zu den Ländern, welche nur wenig empfindlich gegen solche Ereignisse sind. Dass die Länder sich verschieden hierin verhalten, und dass Schweden zu den weniger empfindlichen gehört, sagt Wappäus selbst[2]), wo er von der Abnahme der Heiratsfrequenz nach der Missernte von 1846 spricht. Diese Abnahme betrug in Schweden, Sachsen, England, Holstein, Dänemark, Norwegen, Bayern 9,46—7,42; dagegen in Belgien, Holland, Österreich, Hannover, Frankreich, Preussen 35,07—14,46[3]). — Ferner ist man aber trotzdem im Stande, selbst in Schweden und zwar mit Hülfe der von Wappäus gegebenen Tabellen die erwähnte

---

[1]) Band II, Seite 167.
[2]) Band II, Seite 248.
[3]) Man sehe auch Bd. I, S. 225.





Jahr	Knabengeburten auf 100 M.	Ernte	Volkszunahme in %	Anzahl der Trauungen	Anzahl der Lebendgebornen
1749	102,4	II	+ 0,57	15046	59483
50	3,5	IX	0,97	16374	64511
51	3,6	VI	1,27	16599	69291
52	4,4	VI	0,75	16761	64973
53	4,7	IX	1,12	15923	66007
54	3,7	VI	0,92	17457	68759
55	4,7	VI	0,89	17097	70008
56	3,7	I	0,72	16005	67987
57	5,5	I	0,18	15078	61675
58	5,1	VI	0,14	15273	63262
59	5,7	IX	0,50	18529	63865
1760	102,9	VI	0,87	18705	68384
61	5,1	II	1,25	18253	67324
62	4,5	0	0,71	17428	68268
63	4,9	I	0,49	16850	68231
64	5,7	I	0,73	17219	67988
65	5,4	VI	0,55	16066	65872
66	4,0	VI	0,85	16419	67061
67	4,4	VI	0,80	16539	70744
68	4,8	IX	0,47	17039	67719
69	3,6	IX	0,42	16463	66954
1770	104,4	VI	0,77	16537	67172
71	4,5	0	0,52	15873	65988
72	4,6	I	– 0,79	13923	58972
73	3,6	VI	– 2,61	15560	51164
74	3,6	VI	1,29	17433	68520
75	3,7	I	1,15	19002	71642
76	4,9	VI	1,06	18310	66869
77	4,1	IX	0,78	18577	67693
78	4,2	VI	0,78	18692	71901
79	5,4	IX	0,79	18035	76387
1780	104,5	I	1,37	17938	75122
81	4,9	I	0,69	16638	71130
82	4,3	I	0,38	16415	68488
83	2,1	I	0,12	17124	64969
84	3,8	VI	0,08	16031	67605
85	4,5	I	0,26	16791	67497
86	5,3	VI	0,29	17297	70935
87	5,9	IX	0,36	17253	68328
88	4,8	VIII	0,37	17235	74019
89	4,7	VI	0,37	17369	70127
1790	105,1	IX	– 0,26	18063	66710
91	5,8	VIII	0,95	23786	71613
92	5,1	VI	1,51	22191	81063
93	3,7	VIII	0,79	19936	77033
94	3,7	VIII	1,25	18509	76429
95	5,2	VIII	0,62	17279	72947
96	3,8	VI	0,86	19749	79446
97	5,1	VI	0,96	19523	80374
98	5,5	I	0,92	19349	78593
99	5,6	I	0,54	17283	75274
1800	106,0	I	– 0,41	17528	67585
1	5,4	VI	0,37	17057	70629
2	4,6	VI	0,78	18500	74963
3	4,8	VIII	0,74	19491	74644
4	4,3	VI	0,68	19335	76443
5	4,5	IV	0,80	20197	76552
6	2,8	VI	0,05	19492	74581
7	6,2	V	0,25	19959	75842
8	5,1	IV	– 0,65	19762	73963
9	3,0	VIII	– 1,52	18817	64300
1810	105,2	VIII	– 0,18	25780	78916
11	4,1	III	0,79	25615	84862
12	4,3	II	0,46	22054	81079
13	4,7	V	0,37	18745	72021
14	3,9	VII	0,74	18281	75837
15	4,5	VIII	1,25	23553	85239
16	4,4	II	1,31	23069	87644
17	4,1	V	0,96	20938	83821
18	5,3	III	0,99	21427	85714
19	5,1	VII	0,60	20795	84250
1820	105,3	IX	0,89	21722	84841
21	5,0	VII	1,01	22890	92072
22	4,6	V	1,30	24421	94309
23	4,4	VIII	1,61	23993	98259
24	4,3	VIII	1,41	23907	93577
25	3,6	VI	1,63	22640	100315
26	4,4	II	1,22	20525	97125
27	4,4	VIII	0,81	22339	88138
28	4,1	VIII	0,67	22440	95354
29	4,6	VI	0,54	22581	99488
1820	105,0	V	0,87	22232	94626
31	5,9	IV	0,45	19983	88253
32	5,5	VIII	0,75	20935	89862
33	4,8	VI	1,24	23029	100309
34	4,7	V	0,81	23803	100231
35	4,5	VII	1,42	22533	98144
36	4,4	VI	1,12	21816	96857
37	4,0	IV	0,55	21153	94616
38	3,9	VII	0,46	18774	90565
39	4,5	VI	0,52	20963	91363
1840	104,9	VII	1,04	22071	98180
41	4,0	II	1,09	22519	95734
42	3,9	V	1,06	22691	100976
43	5,0	IV	0,93	23167	99154
44	4,2	V	1,19	24208	104693
45	2,9	III	1,26	24009	103660
46	5,3	V	0,80	22981	99703
47	5,4	VI	0,57	28658	99179
48	4,7	VII	1,05	24729	102524
49	3,9	V	1,29	26891	112304

Erscheinung auf das unzweideutigste nachzuweisen. Am besten vergleicht man die Mehrgeburt von Knaben nicht allein mit dem Ausfall der Ernten — die ja nicht unbedingt das Mass für die Prosperität abgeben und auch statistisch zu ungenau angegeben sind — sondern diese Folge der Prosperität muss auch mit Erscheinungen verglichen werden, welche ebenfalls eine Folge derselben sind, z. B. mit der absoluten Volkszunahme. Die beigefügte Tafel zeigt nun in Kurven dargestellt:

1) Die Anzahl der Knabengeburten auf 100 Mädchengeburten.

2) Den Ausfall der Ernte, indem O vollständigen Misswachs, X aber äusserst günstige Ernte bedeutet. Ebenso giebt bei I—IX der Zahlenwert den Ausfall derselben an.

3) Die Volkszunahme in Prozenten.

4) Die Trauungszahl. Man sehe davon ab, dass die Kurve im Ganzen der Zunahme der Bevölkerung gemäss steigt.

5) Die Anzahl der Lebendiggebornen. Auch diese Kurve steigt.

Man beachte, dass die Trauungszahl eine directe Folge der Prosperität, die Anzahl der Lebendiggebornen aber eine erst im folgenden Jahr auftretende ist ebenso wie die Anzahl der Knabengeburten, während die Volkszunahme sich zusammensetzt aus der Anzahl der Lebendiggebornen, der Gestorbenen und der Ein- resp. Ausgewanderten. Wenn man dies nicht vernachlässigt, erhält man aus den letzten vier Kurven ein vollständiges Bild über die jederzeitige Prosperität. Man sieht nun, dass diese im Allgemeinen da ein Maximum haben, wo die Kurve der Knabengeburten ein Minimum hat, dass die erstern steigen, wenn die letztere fällt. Je grösser also die Prosperität, desto mehr Mädchen und desto weniger Knaben werden geboren. Nur in den Jahren 1773—1790 zeigen sich grössere Anomalien, die sich auf bestimmte historische Verhältnisse zurückführen lassen. Leider untersuchte Wappäus gerade nur diese Zeit, ein ganzes Jahrhundert wird aber wohl massgebender sein als diese wenigen Jahre. Die Volkszunahme zeigt noch einzelne kleinere Anomalien, die jedenfalls auf zufällig starke Auswanderung oder auf Druckfehler in der Tabelle zurückzuführen sind. Diese Stellen sind mit a bezeichnet. Jedenfalls geht die Richtigkeit des Ploss'schen Satzes aus den Wappäus'schen Tabellen hervor.

Die erwähnten Ausnahmen in dem Zeitabschnitt 1772—1791 lassen sich erklären durch die grillenhafte Regierung von Gustav III. (1771—1792). Er begann mit einem Verfassungsumsturz (1772), der vom Volke freudig gutgeheissen wurde; daher trat 1773 und

1774 starke Zunahme des Volkes, der Trauungen, der Lebendiggebornen und dementsprechend ein schwacher Knabenüberschuss auf. Dann aber begann er eine Missregierung infolge seiner Prachtliebe, der Nachahmungssucht französischer Sitten und der Sympathie für verschwundene Ritterzeiten. Theater, Turniere, Ringelrennen, versuchte Einführung einer allgemeinen Nationaltracht, das Gesetz, welches das Branntweinbrennen für ein königliches Vorrecht erklärte, während dies der Sitte gemäss jede Familie für sich selbst besorgt hatte, das alles verursachte tiefe Unzufriedenheit im ganzen Volke. Die Folge davon war sehr schwache Volkszunahme und dauernd niedriger Stand der Trauungs- und Geburtszahl, während der Knabenüberschuss unsicher schwankt. 1788—1790 bewirkte der Krieg gegen Russland eine starke Volksabnahme. 1791 und 1792 zeigen sich alsdann die gewöhnlichen Erscheinungen, die nach einem Kriege eintreten: starke Zunahme der Trauungen, des Volkes, der Lebendiggebornen und ein grosser Knabenüberschuss unter den Gebornen. Von da an nehmen die Kurven wieder einen regelmässigen Verlauf.

Wir hatten bereits gesehen, dass die Prosperität eines Volkes sich beurteilen lässt nach der Zahl der Trauungen, der Geborenen, nach dem Knabenüberschuss und der Volkszunahme. Aber noch an einem andern Umstande zeigt sich die Wirkung der Prosperität, es ist die Zahl der Mehrgeburten. Je grösser die Zahl der Geburten ist, desto grösser ist im Allgemeinen der Procentsatz der Mehrgeburten unter denselben. Folgende Tabelle zeigt die Schwankungen des Sexualverhältnisses, der Zahl der Mehrlingskinder, ferner der Geborenen überhaupt und der Heiratsfrequenz in Preussen vom Jahre 1867—1881 [1]).

Im Jahre 1869 bemerken wir ein Prosperitätsmaximum; denn die Geburten des folgenden Jahres sind bedeutend, unter diesen sind relativ viel Mehrlingskinder und ihr Knabenüberschuss ist gering, auch ist die Heiratsziffer desselben Jahres hoch. Im Jahre 1870 zeigt sich eine Abnahme der Prosperität, wie man aus sämtlichen vier Zahlen ersieht. 1871 jedoch bemerken wir eine Ausnahme von dieser Regel, es tritt nämlich ein neues Moment hinzu. Die Zunahme der Prosperität ist unverkennbar. Trotzdem aber zeigt sich ein bedeutender Knabenüberschuss im folgen-

[1]) Zeitschrift d. stat. Bur. in Berlin 1882, pag. 226.
Frh. v. Fircks: Die Geburten, Eheschliessungen u. Sterbefälle im preussischen Staate während des Jahres 1881.

	% Knaben	% Mehrlingskinder	Geburtsziffer	Heiratsziffer
1867	51,42	26,0	38,6	18,7
68	51,54	24,9	38,6	17,7
69	51,55	24,9	39,7	18,0
1870	51,42	25,9	40,2	14,9
71	51,49	23,9	35,3	16,0
72	51,50	25,8	41,5	20,7
73	51,47	25,7	41,5	20,4
74	51,57	24,3	42,1	19,6
1875	51,68	23,8	42,8	18,2
76	51,50	24,0	42,7	17,2
77	51,55	23,9	41,7	16,1
78	51,46	24,6	40,5	15,7
79	51,49	24,9	40,8	15,4
1880	51,55	24,9	39,7	15,4
81	51,45	24,5	38,6	15,3
Mittel	51,51	24,8	40,3	17,3

den Jahre. Es ist dies die Wirkung des Mangels an männlichen Individuen, der sich während des Krieges und bei den Conceptionen kurz nachher geltend macht. Im Jahre 1872 herrscht Prosperität, welche im folgenden Jahre wieder abnimmt. Sie hebt sich wenig in den Jahren 1876 und 1878, um dann wieder zu sinken. —

Bereits früher war darauf hingewiesen worden, dass der Städter sich durchschnittlich besser nährt als der Landbewohner. „Ploss benutzte Ducpetiaux's und Le Play's statistische Arbeiten über die Consumption der arbeitenden Klassen, welche unwiderleglich darthun, dass die Bevölkerung der Stadtgemeinden, namentlich deren zahlreichster Teil, die Arbeiter, sich in besseren physischen und materiellen Verhältnissen befindet als die Bevölkerung der Landgemeinden. Die Frauen in den Städten geniessen bessere Nahrung als die in den Dörfern und jene können daher ihre Frucht durchschnittlich auch besser ernähren. Es verwendet die Arbeiterfamilie in den Städten in ihrem jährlichen Budget nicht nur mehr Geld auf ihre Nahrung als die ackerbautreibende Familie auf dem Lande, sondern es ist namentlich, wie ausführlich nachgewiesen wird, der Consum des Landbewohners ein weit geringerer (in Frankreich um 60 % geringer) als der des Städters.“ Es lässt sich nun, wie Ploss gezeigt hat, nachweisen, dass der Knabenüberschuss auf dem Lande ein grösserer ist als in den Städten.

Corradi[1]) kam durch statistische Untersuchungen in Italien zu demselben Resultate. Er fand, dass auf dem Lande relativ mehr Knaben geboren werden als in den Städten.

Girou de Buzareingues[2]) stellte fest, dass das Sexualverhältniss bei den Geburten sogar in den einzelnen Departements während eines längeren Zeitraumes (1834—1843) ein bedeutend abweichendes war. Es schwankte zwischen 1000:920 und 1000:964. Und zwar zeigten die ackerbau-treibenden Departements den grössten, die übrigen den kleinsten Knabenüberschuss. Bereits früher hatte er den Satz aufgestellt, dass da, wo schwere Arbeiten geleistet würden, z. B. auf dem Lande, relativ viel Knaben geboren würden[3]).

Zu demselben Resultat gelangte Horn[4]). Nach ihm war in Paris das Sexualverhältniss 104,7:100, in Frankreich (1841—1850) 106,7 Knaben zu 100 Mädchen. Denselben Unterschied weist er dann für verschiedene Länder nach.

Quetelet führt in seinem berühmten Buche: „Sur l'homme“[5]) verschiedene Thatsachen an, welche zu demselben Resultate führen. Am Cap der guten Hoffnung wurden von 1813—1820 von der freien weissen Bevölkerung 6604 Knaben und 6789 Mädchen, von den Sklaven während dieser Zeit aber 2936 Knaben und 2826 Mädchen geboren. Ersteres entspricht einem Sexualverhältniss von 97,2 Knaben zu 100 Mädchen, letzteres einem solchen von 103,9 zu 100. Die Freien zeigten also dort im Gegensatze zu den arbeitenden Sklaven einen Mädchenüberschuss in den Geburten.

Ferner führt er die Geburten in Belgien von 1815—1829 an, welche zeigen, dass auf dem Lande etwas mehr Knaben geboren wurden als in den Städten. —

Es ist also unzweifelhaft, dass die Lebensweise einen Einfluss auf das Geschlecht der Kinder hat. Dieser lässt sich sogar noch viel weiter verfolgen, wenn man den Stand der Eltern in Betracht zieht. Wir werden also bei besser situirten Leuten etwas mehr Mädchen und bei solchen, die in schlechteren Verhältnissen

---

1) Schmidt's Jahrb. d. ges. Med. 175, pag. 207 (Dell' ostetricia in Italia etc.).

2) l. c. 56, pag. 95 (Revue med. Juin 1846).

3) Rev. med. Juin 1838 und schon früher: Bulletin de M. de Férussac, tome XII, pag. 3. Citiert v. Quetelet.

4) Volkswirtschaftliche Studien aus Belgien I, pag. 306.

5) Sur l'homme et le développement de ses facultés ou Essay de physique sociale, pag. 44.

leben, etwas mehr Knaben zu erwarten haben. Dies wird durch die Thatsachen bestätigt.

C. Hampe[1]) ordnete die Geburten des Bezirkes Ottenstein nach der Wohlhabenheit der Eltern, wie man aus der Tabelle ersieht. Um die Prosperität dieser Stände besser zu veranschaulichen, wurde noch die Lebenswahrscheinlichkeit im dreissigsten Lebensjahre für beide Geschlechter hinzugefügt, wie sie sich in einer andern Tabelle von Hampe fand.

Stände	Kinder männl.	Kinder weibl.	Sexual-verhältniss	Lebenswahrsch. im 30. Jahre männl.	Lebenswahrsch. im 30. Jahre weibl.
Meierbauern	345	340	101,4	31,7	32,2
Köther	572	545	104,9	33,9	31,8
Gebildete	77	66	106,6		
Wohlhabende	994	951	104,5		
Brinksitzer	406	360	110,3	29,6	28,8
Gewerbetreibende	501	440	136,6	26,2	26,5
Taglöhner	710	606	115,5	27,7	28,4
Ärmere	1617	1406	115,0		
Summe	2611	2357	110,7		

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass die Wohlhabenderen länger leben als die Ärmeren. Sie befinden sich in weit günstigeren Verhältnissen als letztere. Infolge dessen ist auch der Knabenüberschuss bei ihnen ein bedeutend geringerer als bei den Ärmeren. An diesem Beispiel tritt der Unterschied besonders stark hervor, im Allgemeinen ist er nicht so bedeutend. Die angeführten Zahlen sind auch etwas klein und die Mitwirkung eines Zufalls ist daher nicht ganz ausgeschlossen.

Um den Einfluss des Standes der Eltern an grösseren Zahlen zu prüfen, wurde eine umfassendere Untersuchung der Frage vorgenommen. Als Material dienten die vom Frhn. v. Fircks zusammengestellten und jährlich in der Zeitschrift des statistischen Bureaus in Berlin veröffentlichten Zahlen. Die Geburten sind hier nach dem Stand und nach dem Erwerbszweig geordnet. Die Resultate seien zunächst in folgender Tabelle mitgeteilt.

---

[1]) Monatsbl. f. med. Stat. u. öff. Gesundheitspfl., Nr. 6, 1862 (Beilage zur deutschen Klinik): Statistische Beiträge zur Frequenz der Geburten und zu d. Ursachen des Sexualverhältnisses der Kinder.

Stand und Erwerbszweig	Kinder männlich	Kinder weiblich	Sexual-verhältniss	Totgeburten in %	Beobachtungs-jahre
Landwirtschaft	1390 441	1306 277	106,44	4,054	1875—81
Gehülfen, Gesellen, Lehrlinge, Fabrikarbeiter	667 107	627 128	106,37	3,769	1877—81
Tagearbeiter, Lohndiener, Tagelöhner	931 975	878 246	106,12	4,275	1875—81
Öffentliche Beamte	122 695	116 343	105,46	3,371	1877—81
Beherbergung und Erquickung	45 776	43 408	105,4	4,287	1877—81
Nahrungs- und Genussmittel	97 194	91 886	105,77	3,727	1877—81
Handel und Versicherungswesen	150 832	142 020	106,20	3,649	1875—81

In diesen Geburtszahlen sind die Totgeburten eingerechnet. Der Procentsatz derselben für die Jahre 1877—1881 ist für jede Gruppe angegeben. Die drei ersten Classen leben unter etwas ungünstigen Verhältnissen und sie zeigen den grösseren Knabenüberschuss. Geringer ist derselbe in den folgenden Gruppen, nämlich bei den öffentlichen Beamten, d. h. solchen in unkündbarer Stellung, ferner bei denen, welche sich mit Beherbergung und Erquickung abgeben, und solchen, die in der Industrie der Nahrungs- und Genussmittel beschäftigt sind. Bei letzteren Gruppen kann man im Allgemeinen einen besseren Ernährungstand erwarten, als bei ersteren. Die Handeltreibenden zeigen endlich ein mittleres Sexualverhältniss, welches indessen noch um ein wenig höher ist als das der Tagearbeiter.

Die übrigen in der erwähnten Zeitschrift veröffentlichten Zahlen sind zu wenig umfassend, als dass man Schlüsse daraus ziehen dürfte. Auch die in der Tabelle angeführte Gruppe „Beherbergung und Erquickung“ enthält eigentlich schon etwas zu kleine Zahlen. Die übrigen Zahlen sind indessen gross genug, um sichere Schlüsse zuzulassen. Aus ihnen geht auf das unzweifelhafteste hervor, dass unter günstigeren persönlichen Verhältnissen etwas mehr Mädchen geboren werden, als unter ungünstigeren. —

Wenn die Ernährung des Embryo von Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes ist, so muss sich dies auch an dem Sexualverhältniss der Mehrgeburten zeigen. Denn es ist unzweifelhaft, dass ein Kind besser ernährt werden kann als mehrere zu gleicher Zeit. Auch aus den Gewichtsverhältnissen und der Sterblichkeit letzterer geht dies hervor. Das Geschlechtsverhältniss der Mehrgeburten bedarf daher einer genaueren Untersuchung.

Was zunächst das Verhältniss bei den Zwillingen anbetrifft, so fand Moser[1]) unter 33556 Zwillingsgeburten 106,9 Knaben auf 100 Mädchen, Meckel von Hemsbach[2]) giebt an, dass in Preussen von 1826—1848 unter 141715 Fällen das Geschlechtsverhältniss 105,14 zu 100 war, Ploss[3]) fand in Sachsen von 1834—1858 bei 23420 Zwillingsgeburten 106,7 Knaben zu 100 Mädchen, während das Verhältniss bei den Neugeborenen überhaupt 106,5 zu 100 war. Hecker[4]) giebt unter 273 Geburten das Verhältniss 116:100, bei 228 Geburten 122:100 an. Sickel[5]) fand 510 Zwillingskinder männlichen und 454 weiblichen Geschlechtes, ein Verhältniss wie 112,3:100. Hak[6]) giebt an, dass in seinem Dienstbezirk unter 216 Zwillingsgeburten sich 196 Knaben (45 %) und 236 Mädchen (55 %) ferner im Bezirk Wiesloch unter 160 Zw.-geburten sich 143 Kn. (45 %) und 177 Md. (55 %) befunden hätten, dass hier also das weibliche Geschlecht stets überwiege. In Hinblick auf die angeführten viel grösseren Zahlen kann diese Meinung als nicht zutreffend angesehen werden. Baillarger[7]) fand 298 Zw.-knaben und 214 Zw.-mädchen, Siebold[8]) 99 Knaben und 77 Mädchen, Levy[9]) 133 Knaben und 99 Mädchen, Elsässer[10]) 88 Knaben und 76 Mädchen.

Die Statistik Schwedens dagegen ergab unter 19295 Zwillingsgeburten das Verhältniss 104,5 zu 100[11]). Ebenfalls fand

---

[1]) Die Gesetze der Lebensdauer 1839.

[2]) Müllers Archiv für Physiologie 1850, pag. 235. Meckel von Hemsbach, Über die Verhältnisse des Geschlechtes, der Lebensfähigkeit und der Eihäute bei einfachen und Mehrgeburten.

[3]) Monatsblatt f. med. Statistik etc. Nr. 1. 1861 (Beilage zur deutschen Klinik). Ploss, Zur Zwillingsstatistik.

[4]) Arch. f. Gyn. XX, 1882. Hecker, Statist. a. d. Geb.-anst. zu München.

[5]) Jahrbücher der ges. Med., 104, pag. 108. Sickel, Bericht über Gebäranstalten etc.

[6]) l. c. 108, pag. 50. Hak, Zur Statistik der menschl. Zwillingsgeburten (Original: Ärztl. Mittl. a. Baden 13, 1859).

[7]) l. c. 89, pag. 212 Baillarger, Über das Verhältniss der Geschlechter bei mehrf. Geb. (Original: L'Union 142, 1855).

[8]) Mon.Schr. f. Geburtsk. XIV, pag. 401, 1859. Siebold: Zur Statistik der Zwillingsgeburten.

[9]) Schmidts Jahrbücher der ges. Med. 81, pag. 326. Levy, Über Zwillingsgeburt und ihre Behandlung (Orig.: Hosp. Meddelelser, Bd. 5).

[10]) l. c. 96, pag. 331, Elsässer, Über die mehrfachen Geb. in d. Geburtsanst. etc. (Orig.: Würtemb. Corr.Bl. 31, 1856).

[11]) l. c. 188, p. 149. Berg, Über Geb. mit mehreren Früchten.

Neefe[1]) aus einer sehr grossen durch amtliche Statistik gewonnenen Zahl von Zwillingsgeburten das Verhältniss von 104 Knaben zu 100 Mädchen. In Preussen wurden nach meiner Berechnung[2]) in fünfzig Jahren (1824—1874) 400 744 männliche und 382 675 weibliche Zwillinge geboren, was einem Sexualverhältniss 104,7 entspricht.

Addiert man sämtliche für Gebärhäuser geltenden Zahlen (von Hecker, Sickel, Baillarger, Siebold, Elsässer, Levy) zusammen, so erhält man 1673 Knaben und 1377 Mädchen oder ein Verhältniss von 121,5 zu 100. Dieser Knabenüberschuss ist bedeutend grösser als der statistisch gewonnene. Die in Gebärhäusern erhaltenen Zahlen sind vielleicht obwohl kleiner, doch zuverlässiger, da im gewöhnlichen Leben zuweilen Früh- und Tot-geburten nicht mitgezählt werden. An diesen sind aber die Knaben erheblich stärker beteiligt als die Mädchen, wie bereits früher erwähnt wurde. Diese Totgeburten kommen aber bei Zwillingen weit häufiger vor als gewöhnlich. Auch ist die Sterblichkeit eine weit grössere. Diese Thatsachen sind so bekannt und stehen so unzweifelhaft fest, dass es wohl nicht nötig sein wird, specielle Zahlen hierfür anzuführen[3]).

Es ist unzweifelhaft, dass die grössere Sterblichkeit vor und nach der Geburt auf eine mangelhafte Ernährung der Zwillinge zurückzuführen ist. Damit in Übereinstimmung steht das Gewicht der Zwillingskinder, Levy[4]) fand es zu etwa 2600 Gr. bei 117 Geburten. Ich erhielt ein mittleres Gewicht von 2350 Gr. unter 76 Kindern (Dresden, Jena). Dagegen beträgt das Gewicht der Kinder aus Einzelgeburten erheblich mehr. Ingerslev[5])

---

[1]) l. c. 179, pag. 187, Neefe, Zur Statistik der Mehrgeburten (Auszug), ferner: Jenenser Jahrbücher f. Nationalök. und Stat. XV, pag. 168—195, 1877 (Orig.).

[2]) Zeitschrift d. stat. Bureaus in Berlin 1876, pag. 104.

[3]) Ich verweise auf die Arbeiten von Sickel (l. c.), Berg, Über Geburten mit mehreren Früchten (l. c. 188, pag. 149), Hasse (Vorstand des statistischen Bureaus in Leipzig), Über die Sterblichkeit der Zwillinge (l. c. 179, pag. 189), endlich Vinc. Goehlert in Graz, Die Zwillinge (l. c. 184, pag. 76 und Virchow's Archiv LXXVI, pag. 457).

[4]) l. c.

[5]) l. c. 169, pag. 156, Über die Gewichtsverhältnisse der Neugeborenen (aus dem Gebärhaus zu Kopenhagen) (Orig.: Nord. med. ark. VII, 2, Nr. 7, 1875).

fand es unter 3450 Kindern im Mittel zu 3333,5 Gr., Kezmarsky[1]) unter 73 Kindern zu 3329,8 Gr.

Auch das Gewicht der Placenta ist bei Zwillingen ein geringeres. Unter 134 Fällen fand ich das Durchschnittsgewicht derselben pro Foetus zu 477 Gr., während es bei Einzelgeburten im Mittel 590 Gr. beträgt.

Es ist also unzweifelhaft, dass Zwillinge infolge der gegenseitigen Concurrenz verhältnissmässig schlecht ernährt werden. Während der ersten Zeit des Embryonal-lebens, wo noch eine Einwirkung auf die Entstehung des Geschlechtes möglich ist, scheint bei Zwillingen noch keine erhebliche Concurrenz stattzufinden. Der Knabenüberschuss ist daher bei ihnen nicht oder doch nur sehr wenig grösser als der bei Einzelgeburten.

Auch bei Drillingsgeburten scheint dies der Fall zu sein. Meckel von Hemsbach[2]) fand unter 1689 solchen Geburten, welche von 1826—1848 in Preussen eintraten, das Verhältniss 109,55:100, bei 36 Vierlingsgeburten aus derselben Zeit 111,76:100, während wie schon erwähnt, die Zwillingsgeburten jener Zeit nur das Verhältniss 105,14:100 zeigten. 167 Drillingsgeburten in Preussen 1864 ergaben sogar das Verhältniss 133 Knaben zu 100 Mädchen. Neefe[3]) fand in Preussen 1860 bis 1873 dies Verhältniss im allgemeinen zu 104,07:100, bei den Drillingsgeburten zu 104,55:100, in Österreich 1860—1873 erhielt er als allgemeine Verhältnisszahl 105,26, bei den Drillingsgeburten aber 106,10. Bei weniger umfassenden Zahlen anderer Staaten fand er diesen Unterschied nicht. Die angeführten Zahlen sind indessen weit zuverlässiger. — Der Zeitschrift des statistischen Bureaus in Berlin[4]) wurden die Zahlen der Drillingsgeburten von 1824—1874 entnommen. In diesen fünzig Jahren wurden meiner Berechnung zufolge 6974 männliche und 6549 weibliche Drillinge geboren, was einem Sexualverhältniss 106,4 entspricht. Dieser Knabenüberschuss ist zwar hoch, aber doch nicht so gross, dass man irgend welche Schlüsse daraus ziehen dürfte. Es scheint also, dass die Ernährungsconcurrenz auch bei Drillingen erst ziemlich spät wirksam wird. Indessen ist doch beachtenswert, dass der Knabenüberschuss um beinahe 2 % höher ist als bei den in

---

[1]) l. c. 159, pag. 145, Über Gewichtsveränderungen der Neugeborenen, auch im Arch. f. Gynäkologie V, 3.

[2]) l. c. pag. 236.

[3]) l. c. pag. 182.

[4]) Jahrgang 1876, pag. 104.

eben dieser Zeit geborenen Zwillingen. Die Nahrungsconcurrenz scheint also auf jeden Fall wirksamer zu sein als wie bei Zwillingen.

Wenn auch der Einfluss der schwächeren Ernährung bei den Drillingen unverkennbar hervortritt, so scheint doch bei den Mehrgeburten noch ein anderes Moment in betracht zu kommen, welches den Knabenüberschuss herabdrückt. Wir hatten gesehen, dass Mehrgeburten besonders dann auftreten, wenn die Prosperität des Volkes eine grosse ist. Wir wissen aber auch, dass unter solchen Umständen die Zahl der Mädchen eine relativ grosse ist. Folglich werden auch unter den Mehrgeburten relativ viel Mädchen sein müssen.

Bei Mehrgeburten scheinen also zwei Momente einander zu bekämpfen. Der Umstand, dass sie besonders zur Zeit der Prosperität geboren werden, lässt mehr Mädchen, der, dass die Kinder sich Nahrungsconcurrenz schaffen, lässt mehr Knaben erwarten. Bei Zwillingen scheint nun das erstere Moment die Oberhand zu haben und infolge dessen ist der Knabenüberschuss etwas gering. Bei Drillingen indessen tritt die Concurrenz früher ein und ist auch bedeutender, so dass hier der Knabenüberschuss höher ist. —

Auch das Alter der Mutter muss einen bedeutenden Einfluss auf die Ernährung des Embryo haben. Ältere Mütter werden diesem eine nicht so gute Ernährung zu Teil werden lassen können, als solche, die auf der Höhe der Reproductionsfähigkeit stehen. Dasselbe gilt für allzu junge Mütter, jedoch ist hier zu beachten, dass für Erstgeburten auch die schon früher erläuterten Umstände in betracht kommen.

Aus den Tabellen von Duncan[1]) geht hervor, dass die Fortpflanzungsfähigkeit bis zum 25. Jahre zunimmt, vom 30. Jahre an aber wieder abnimmt. In Übereinstimmung damit steht die Grösse und das Gewicht der Kinder; denn die zwischen dem 25.—29. Lebensjahre geborenen Kinder sind länger und schwerer als die später oder früher geborenen. Es ist dies ein directer Beweis, dass letztere schwächer ernährt werden. Der Einfluss des absoluten Alters Mehrgebärender auf das Geschlecht des Kindes kann durch folgende von Bidder[2]) gegebene Tabelle erläutert werden.

[1]) Citiert von Spencer, Principien der Biologie, Bd. 2, pag. 531.

[2]) Zeitschrift f. Geburtshülfe und Gynaekologie, Bd. II, Heft 2, 1878. Bidder, Über den Einfluss des Alters der Mutter auf das Geschlecht des Kindes.

Alter der Mutter	Anzahl der Fälle	Sexual-verhältniss
17—19 Jahre	80	122,2
20—21 „	405	130,1
22—23 „	869	109,9
24—25 „	1138	104,6
26—29 „	2049	105,5
30—31 „	878	112,5
32—35 „	1120	119,6
36—39 „	676	123,1
40 u. mehr „	215	131,5

Bei der Mutter hat man also sorgfältig zu unterscheiden zwischen dem relativen und absoluten Alter. Beim Manne dagegen fällt dies fort. Bei ihm wird das absolute Alter wie das relative einem höhern Knabenüberschuss günstig sein; so fand z. B. Hofacker die in unten stehender Tabelle gegebenen allerdings etwas kleinen Zahlen.

Alter des Vaters	Anzahl der Fälle	Sexual-verhältniss
24—36 Jahre	1193	100
36—48 „	683	114
48—60 „	105	169

Bei der Mutter dagegen liegen die Verhältnisse weit complicirter. Je relativ jünger (d. h. im Vergleich zum Vater) die Mutter ist, desto mehr Kinder werden zum männlichen Geschlecht bestimmt mittelst der Qualitäten des Eies, die schon vor der Befruchtung vorhanden waren. Je absolut jünger aber die Mutter ist, desto mehr Kinder bilden sich zum weiblichen Geschlecht aus infolge der bessern Ernährung des Embryo (also lange nach der Befruchtung).

Auch hierüber stellte Hofacker Nachforschungen an und fand die in untenstehender Tabelle gegebenen Zahlen. Sie liefern

Alter der Mutter	Anzahl der Fälle	Sexual-verhältniss
16—26 Jahre	363	121
26—36 „	1056	101
36—46 „	567	111
Summa	1986	107,3

dasselbe Resultat wie die von Bidder auch in bezug auf junge Mütter. Auch die Resultate, welche C. Hampe[1]) aus der Statistik von Ottenstein erhielt, bestätigen diese Regel, wie nebenstehende Tabelle zeigt.

Alter der Mutter	Anzahl der Fälle	Sexual-verhältniss
bis 20 Jahre	56	107,7
20—25 „	871	90,6
25—30 „	1633	114,9
30—35 „	1631	108,3
35—40 „	1185	117,1
40 etc. „	616	124,0
Summa	5992	110,4

Auch von mir wurden die Geburten von Mehrgebärenden, welche aus den bereits angegebenen Quellen stammen, nach dem Alter der Mutter geordnet. Wie nebenstehende Tabelle zeigt, stimmen die Resultate mit denen der genannten Forscher überein.

Wie aus den Tabellen hervorgeht, zeigen sehr junge Mütter ebenfalls einen grösseren Knabenüberschuss. Es ist dies wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass der Genitalapparat noch nicht geeignet war, eine normale Ernährung des Embryo zu stande kommen zu lassen.

Als die Geburten Erstgebärender untersucht wurden, zeigte sich eine ähnliche Erscheinung und zwar sowohl bei der Zusammenstellung nach dem Lebensalter als auch der Zeit, die seit der ersten Menstruation vergangen war. Nach dem oben gesagten erklärt sich dies sehr leicht. Wenn z. B. ein Mädchen gleich nach dem ersten Auftreten der Menses oder sogar schon vorher befruchtet wird, so wird das Genitalsystem häufig noch nicht geeignet sein zur Leistung einer vollständig normalen Ernährung des Foetus.

Junge und alte Mütter werden also ihre Kinder im allgemeinen schlechter ernähren als solche, welche auf der Höhe der Reproductionsfähigkeit stehen. Dies wird bestätigt durch Ingerslev[2]), welcher fand, dass die dritte Frucht der Mutter durch-

[1]) Monatsblatt für med. Statistik u. öff. Gesundheitspflege, Nr. 6, 1862 (Beilage zur Deutschen Klinik).

[2]) Schmidt's Jahrb. d. ges. Med. 169, pag. 156: Über die Ge-

Tabelle der Mehrgebährenden.

Alter	Leipzig	Dresden	Jena	Summa	
15	— —	— : —	— —	— —	574 : 565 = 101,6 (15–23)
16	— —	— : 1	— —	— : 1	
17	1 : —	2 : —	— —	3 : —	
18	3 : 3	4 : 6	1 : 1	8 : 10	
19	7 : 6	11 : 7	2 : 4	20 : 17	
20	24 : 26	27 : 24	9 : 6	60 : 56	
21	46 : 50	50 : 51	11 : 13	107 : 114	
22	72 : 68	81 : 69	23 : 24	176 : 161	
23	87 : 97	88 : 92	25 : 17	200 : 206	
24	80 : 92	97 : 120	36 : 51	213 : 263	689 : 663 = 103,9 (24–26)
25	92 : 89	88 : 94	46 : 24	226 : 207	
26	105 : 88	90 : 70	55 : 35	250 : 193	
27	78 : 61	85 : 63	42 : 43	205 : 167	737 : 586 = 125,7 (27–30)
28	63 : 60	73 : 68	50 : 32	186 : 160	
29	85 : 31	80 : 50	36 : 29	201 : 110	
30	50 : 59	60 : 55	35 : 35	145 : 149	
31	36 : 35	42 : 23	19 : 10	97 : 68	595 : 500 = 119,0 (31–41 etc.)
32	50 : 32	42 : 38	25 : 21	117 : 91	
33	25 : 21	30 : 23	15 : 19	70 : 63	
34	28 : 18	30 : 27	23 : 13	81 : 58	
35	20 : 17	13 : 20	19 : 9	52 : 46	
36	18 : 27	24 : 18	9 : 10	51 : 55	
37	21 : 13	10 : 13	5 : 8	36 : 34	
38	12 : 4	9 : 15	11 : 4	32 : 23	
39	7 : 11	12 : 5	5 : 3	24 : 19	
40	3 : 3	6 : 7	4 : 3	13 : 13	
41 etc.	6 : 8	13 : 14	3 : 8	22 : 30	

Summa: 4909 Geburten nämlich 2595 : 2314 = 112,1.

schnittlich mehr wiegt als die zweite und diese mehr als die erste. Neefe[1]) stellte ferner fest, dass bei Müttern unter 20 und über 40 Jahren die Totgeburten am häufigsten sind. Beides lässt sich auf eine Wirkung verschieden starker Ernährung zurückführen. Die Frucht einer jungen oder alten Mutter wird schwächer ernährt als die einer solchen, welche etwa in der Mitte der Fruchtbarkeitsperiode steht. —

wichtsverhältnisse der Neugeborenen (Orig. Nord. med. ark. VII, 2, Nr. 7).

[1]) Hildebrands Jahrb. f. Nationalök. und Stat. 24, pag. 186: Statistik der Totgeborenen.

Auch in einzelnen Ländern zeigt der Knabenüberschuss eine bedeutende Differenz, was vielleicht auf eine Verschiedenheit der Lebensweise zurückzuführen ist. Ein grösserer Knabenüberschuss findet sich in solchen Ländern, die der Kultur erst erschlossen werden, in denen eine körperliche Beschäftigung vorherrschend sein wird, z. B. in Australien [1]). Denselben Unterschied im Sexualverhältniss der Geborenen zeigen auch die neueren Staaten Nord-Amerikas im Vergleich zu den älteren, in denen bereits ein bequemeres Culturleben platz gegriffen hat und relativ mehr Mädchen geboren werden [2]). —

Die Wirkung des Klimas ist bis jetzt noch nicht in bezug auf die geographische Breite, sondern nur in bezug auf die Meereshöhe untersucht worden. Ploss [3]) hat nachgewiesen, dass mit der Meereshöhe die Knabengeburten zunehmen. Mit der Rauhigkeit des Klimas tritt auch hier das Symptom des Mangels, ein grösserer Geburtsüberschuss von Knaben auf. In Sachsen (1847—48—49) fand Ploss in einer Höhe bis 500 par. Fuss das Sexualverhältniss 105,9, zwischen 1000 bis 1500 Fuss schon 107,3 und endlich zwischen 1500 bis 2000 Fuss 107,8. Weitere Untersuchungen liegen über diesen Punkt noch nicht vor. —

Wie das Klima, so muss auch der jährliche Wechsel der Temperatur, welchen die Jahreszeiten mit sich bringen, einen Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes haben. Wie bereits früher gezeigt wurde, werden in den warmen Monaten mehr Kinder gezeugt als in den kälteren. Wir werden nun sehen, dass mit der Zunahme der Geburten eine Abnahme des Knabenüberschusses Hand in Hand geht.

Bereits früher ist häufig behauptet worden, dass im Sommer relativ mehr Mädchen gezeugt würden als im Winter. Die Statistiker sprachen sich indessen meist dagegen aus.

Hampe [4]) ordnete 5997 Geburten nach den Monaten. Die Sexualverhältnisse zeigen ein regelloses Hin- und Herschwanken. Husemann [5]) verglich bei 138 209 Geburten die Geschlechts-

---

[1]) Wappäus, Bevölkerungsstatistik II, pag. 159 und 195.

[2]) Burdach, Physiologie I, pag. 592.

[3]) Monatsschrift für Geburtskunde B. XII.

[4]) Monatsbl. f. med. Stat. u. öff. Gesundheitspflege, Beilage zur deutschen Klinik No. 6, 1862: Statistische Beiträge zur Frequenz der Geburten u. zu d. Ursachen d. Sexualverhältnisses der Kinder.

[5]) l. c. No. 1, 1861: Die Verhältnisse der Geburten im Canton Zürich 1825—58.

verhältnisse. Er sagt aber sehr richtig, dass auch diese Zahl noch eine zu geringe ist, um irgend welche Schlüsse zuzulassen. Österlen[1]) führt drei Untersuchungen an, welche ebenfalls zu wenig umfassend sind. Die Schwankungen der Sexualverhältnisse sind hier zu stark und zu unregelmässig.

Es treten hier nämlich so feine Unterschiede auf, dass sie erst bei ganz ausserordentlich grossen Zahlen erkannt und als unzweifelhaft nachgewiesen werden können. Um dies näher zu untersuchen, wurden die in der Zeitschrift des statistischen Bureaus in Berlin gegebenen Geburten für ganz Preussen, so weit sie dort zu finden waren, addiert und das Sexualverhältniss für die einzelnen Monate berechnet. Das Ergebniss dieser Untersuchung ist eine Bestätigung des Gesetzes, dass bei den in den Sommermonaten gezeugten Kindern der Knabenüberschuss etwas geringer ist als bei den in der kälteren Jahreszeit erzeugten.

Die Untersuchung umfasst zehn Jahrgänge, nämlich die von 1872 bis 1881. Auf jedes Jahr fallen über eine Million Geburten. Da es sich hier also um ganz ausserordentlich grosse Zahlen handelt, so darf man das Resultat als gesichert ansehen. Jeder Monat zeigt acht bis neunhundert tausend Geburten und es kann von zufälligen Schwankungen des Sexualverhältnisses keine Rede mehr sein. Zunächst mag das Resultat der Untersuchung mitgeteilt werden.

Geburt	Ganze Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai
Knaben	5 499 782	484 443	451 750	484 786	450 272	446 642
Mädchen	5 174 472	455 847	425 091	457 702	424 740	420 867
Summe der Kinder	10 674 254	940 290	876 841	942 488	875 012	867 509
Sexualverhältniss	106,287	106,27	106,27	105,92	106,01	106,12
Conception	Ganze Jahr	April	Mai	Juni	Juli	August

Geburt	Juni	Juli	August	Septmb.	October	Novemb.	Decemb.
Knaben	419 541	439 685	458 385	479 023	468 337	452 894	464 024
Mädchen	392 928	411 888	431 192	452 045	440 447	426 343	435 382
Summe der Kinder	812 469	851 573	889 577	931 068	908 784	879 237	899 406
Sexualverhältniss	106,77	106,75	106,31	105,97	106,33	106,23	106,58
Conception	Septmb.	October	Novemb.	Decemb.	Januar	Februar	März

[1]) Handb. d. med. Statistik, pag. 300.

Aus der Tabelle ersieht man, dass der Knabenüberschuss in den fünf wärmeren Conceptionsmonaten ohne Ausnahme unter dem Mittel (106,287) bleibt. Damit ist das Gesetz bewiesen. Gehen wir etwas näher auf die Zahlen ein, so sehen wir, dass in den sieben übrigen kälteren Monaten der Knabenüberschuss grösser als das Mittel ist mit Ausnahme der Monate December und Februar. Im December nämlich steigt die Zahl der ehelichen Conceptionen aus leicht begreiflichen Gründen ausserordentlich. Es ist die Folge der zunehmenden Prosperität. Denn diese wird nicht allein von der Menge der aufgenommenen Nahrung und der Stärke der Wärme-abgabe, sondern auch von psychischen Zuständen abhängig sein. Die Folge dieser Prosperität ist ein Sinken des Knabenüberschusses.

Dieses Sinken wird noch verstärkt durch die Zunahme der unehelichen Conceptionen, da ja die unehelichen Geburten etwas weniger Knaben aufweisen als die ehelichen, wie bereits gezeigt wurde. Indessen ist diese Zunahme nicht sehr bedeutend, weit stärker ist sie im Februar infolge der Fastnachtsfeier. Die grössere Zahl der unehelichen Conceptionen in diesem Monat bewirkt ein Sinken des Knabenüberschusses. Es wird als bekannt vorausgesetzt, dass die Zahl der ehelichen Conceptionen im December und die der unehelichen im December und Februar zunimmt. Den Beweis hierfür findet man in den von der Zeitschrift des statistischen Bureaus in Berlin veröffentlichten Zahlen.

Wollen wir also die Wirkung der Jahreszeiten beurteilen, so müssen wir die Zahlen für December und Februar ausser Acht lassen. Alsdann sehen wir das Gesetz ausnahmslos bestätigt. In den fünf wärmeren Conceptionsmonaten, nämlich April bis August, bleibt der Knabenüberschuss stets unter dem Mittel, in den fünf kälteren, nämlich September, October, November, Januar und März steigt er stets über das Mittel. Das Minimum fällt in den Juni, das Maximum in den September und October. Es scheint also besonders der Anfang des Winters deprimierend einzuwirken. Es wurde bereits früher darauf hingewiesen, dass wahrscheinlich besonders die Temperaturänderungen von Einfluss sind, während später eine mehr oder weniger starke Accommodation an die neuen Verhältnisse einzutreten scheint. Ausserdem ist hierbei noch zu beachten, dass die Einwirkung einer bessern Ernährung des Embryo erst lange nach der Conception zur Geltung kommt. Beim Menschen ist diese Einwirkung während der ersten drei Monate möglich. Zu

welcher Zeit sie durchschnittlich am stärksten ist, darüber werden erst spätere Untersuchungen Aufschluss geben können.

Bereits früher hatten uns statistische Nachweise gelehrt, dass die Zahl der während der warmen Jahreszeit concipierten Kinder grösser ist als die in der kälteren Zeit. Dieser Satz wird durch die Tabelle von neuem bestätigt. Wenn man nun aufmerksam die Zahlen verfolgt, so wird man auch hier finden, dass stets dann, wenn die Zahl der Conceptionen abnimmt, der Knabenüberschuss zunimmt. Wächst umgekehrt die Prosperität und damit die Conceptionsziffer, so nimmt der Knabenüberschuss ab. Nur der Monat Februar macht hiervon eine Ausnahme. Die Zahl der ehelichen Conceptionen nimmt nämlich in diesem Monat ab, die der unehelichen zu. Da erstere aber den Ausschlag geben, so nimmt im Ganzen die Zahl der Conceptionen ab. Aber ein relativ grosser Teil der Conceptionen ist unehelich und es sinkt zugleich auch der Knabenüberschuss. Alle übrigen Monate folgen dem Gesetz.

Die kleinste Zahl der Conceptionen und der höchste Knabenüberschuss zeigt sich im September, die grösste Zahl von Conceptionen und der geringste Knabenüberschuss findet sich im Juni. Und zwar wurden im September auf 100 Mädchen um 0,85 % mehr Knaben geboren als im Juni. Es ist klar, dass die früheren Forscher mit ihrem geringen Zahlenmaterial eine solche kleine Differenz nicht auffinden konnten. Der sichere Nachweis dieser Erscheinung war erst mit Hülfe so grosser Zahlen möglich, wie sie angeführt wurden. — Auch hieraus ersieht man wieder, wie ausserordentlich gering der Einfluss der Variation eines einzigen Umstandes ist. Je grösser die Zahl dieser Umstände ist, desto weniger Einfluss hat jeder einzelne.

Beim Menschen sind die Schwankungen des Sexualverhältnisses sehr gering. Bei niedern Tieren sind sie viel bedeutender. Während beim Menschen im Sommer nur etwa 1 % mehr Mädchen geboren werden, werden wir später Tiere kennen lernen, welche im sommerlichen Überfluss meist Weibchen, ja sogar nur Weibchen erzeugen. Es ist darum besonders wichtig, dass selbst beim Menschen die Erzeugung einer grösseren Zahl von weiblichen Individuen im Sommer trotz des geringen Unterschiedes dennoch auf das Unzweifelhafteste nachgewiesen werden konnte.

Im ersten Teil der Arbeit bei Gelegenheit der statistischen Untersuchung über den Einfluss einer stärkeren geschlechtlichen Beanspruchung bei Pferden wurde bereits versucht, theoretisch

zu ermitteln, wie stark wohl die Schwankung vom normalen Sexualverhältniss infolge häufigerer Inanspruchnahme sein könnte. Bei dieser Überlegung war besonders von Wichtigkeit gewesen, wie rasch das junge Tier geschlechtsreif wird. Da dies bei Pferden vier Jahre dauert und die Trächtigkeit ein Jahr währt, so besteht fünf Jahre lang ein anomales Sexualverhältniss bei den Erzeugern. Fünf Jahre lang wurden also bei Männchenmangel mehr männliche Fohlen erzeugt und erst nach dieser Zeit konnte das Sexualverhältniss der Erzeuger durch die herangewachsenen Jungen corrigiert werden. Um diese Regulierung herbeizuführen, war eine bestimmte Anzahl von männlichen Fohlen nötig. Auf je mehr Jahrgänge sich die Production dieser verteilt, desto geringer ist der Überschuss bei jedem einzelnen. Je später ein Tier also geschlechtsreif wird, desto geringer sind die Schwankungen des Sexualverhältnisses.

Dieser Satz wird nicht nur bei der Regulierung eines anomalen Geschlechtsverhältnisses der Erzeuger, sondern auch bei der Mehrproduction von Weibchen im Überfluss gültig sein. Letztere hatte ja den Nutzen, dass mit ihrer Hülfe eine besonders starke Vermehrung stattfinden konnte. Je rascher die Weibchen geschlechtsreif werden und zur Reproduction beitragen können, desto mehr Nutzen gewährt eine Mehrproduction derselben im Überfluss. Je länger es aber dauert, bis dieselben herangewachsen sind, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Prosperität nicht mehr andauert. In der wärmeren Jahreszeit haben wir z. B. einen günstigen Umstand, der sehr rasch wieder verschwindet. Die Mehrproduction von Mädchen wird daher ohne Nutzen sein, da diese erst lange nach Verschwinden dieses günstigen Umstandes geschlechtsreif werden. Indessen treten auch beim Menschen sehr häufig günstige und ungünstige Verhältnisse ein, welche sehr lange andauern. Die Mehrproduction des einen Geschlechtes gewährt also auch dem Menschen einen Nutzen, der allerdings weniger scharf hervortritt als bei niedern Tieren. Je rascher das Tier geschlechtsreif wird, desto mehr Weibchen werden zur Zeit des Überflusses geboren werden. So werden wir später Tiere kennen lernen, deren Junge schon bei der Geburt trächtig sind. Bei ihnen werden unter solchen günstigen Umständen fast nur Weibchen geboren, die sich auf solche Weise enorm vermehren, so lange der Überfluss andauert. —

Doch kehren wir nach dieser theoretischen Abschweifung zurück zur weiteren Aufzählung der Thatsachen, welche das Schwanken

des Sexualverhältnisses beim Menschen unter günstigen und ungünstigen Verhältnissen beweisen.

In ähnlicher Lage wie Raubtiere, welche zur Unthätigkeit verurteilt in Käfigen gebannt liegen, befinden sich die wilden Stämme Amerikas und Oceaniens, welchen in ihrem Urzustand plötzlich die europäische Cultur aufgedrungen wurde. Die ungemein schnelle Änderung der Lebensweise und Ernährungsart musste diesen Racen unzuträglich sein. Ein Wechsel, der, wie Darwin sagt, sich bei den Europäern erst durch Jahrtausende vollzogen hatte, ging bei ihnen in wenigen Jahren vor sich. Als Folge dieser so ungünstigen Verhältnisse sehen wir eine ausserordentliche Unfruchtbarkeit eintreten, so dass oft auf hundert oder mehr Familien nur wenige Kinder kommen und diese sind meist Knaben, so z. B. bei den Maoris von Neuseeland [1]). Genau dasselbe findet sich bei den Sandwichs-insulanern, wo die Volkszählung von 1872 an männnlichen Individuen 31 650 und an weiblichen 25 247 ergab (d. h. 125 : 100), während bekanntlich bei allen übrigen Völkern die Weiber bedeutend überwiegen [2]). Unter ungünstigen Verhältnissen wird die Vermehrung also immer schwächer, das weibliche Genitalsystem reagiert auf diese schädliche Einwirkung am stärksten, die Frauen leiden daher an ausserordentlicher Unfruchtbarkeit. Endlich ist der Knabenüberschuss ein ganz enorm grosser. Hierin ist zugleich ein Beispiel gegeben, worin die unter abnormen Verhältnissen erzeugten Kinder geschlechtsreif werden und in den Kreis der Erzeuger eintreten, während diese abnormen Verhältnisse noch immer andauern. —

Schreiten wir zu weiteren Thatsachen.

Die Wirkung einer schwachen Ernährung auf das Geschlecht wurde ferner auf folgende Weise statistisch untersucht. Es schien sehr wahrscheinlich, dass die Stärke der Menstruation ein durchschnittlich zutreffendes Mass für die spätere Ernährung des Embryo abgäbe. Und es liess sich bei schwacher Regel ein grösserer Knabenüberschuss voraussehen als bei reichlicher. Es wurden daher die Geburten nach den in den Protokollen angegebenen Bemerkungen über die Menses geordnet. Wie die Tabelle

---

[1]) Mr. Feuton, Observations on the Aboriginal Inhabitants of New-Zealand, von der Regierung herausgegeben 1859. Citiert von Darwin.

[2]) Darwin, Abstammung des Menschen: Aussterben der Racen. Übersetzung von Carus, pag. 238, 250.

zeigt, fand sich in der That bei spärlicher Menstruation der grössere Knabenüberschuss.

	reichliche M.	spärliche M.
Dresden	902 : 847	495 : 431
Jena	66 : 69	56 : 45
Leipzig	21 : 22	239 : 211
Summa	989 : 938 = 105,4	790 : 687 = 114,7

Um aber sicher zu sein, dass bei spärlicher Regel wirklich der Embryo schwächer ernährt wird, musste eine Berechnung des durchschnittlichen Gewichts der Placenten vorgenommen werden; denn vom mittleren Gewicht des Ernährungsorgans darf man wohl auf die Stärke der Ernährung selbst schliessen. Diese Berechnung des Gewichts wurde für die in Dresden und Jena gesammelten Fälle ausgeführt. Das Resultat bestätigte in

	reichliche M.		spärliche M.	
	♂	♀	♂	♀
Dresden	600,6	588,5	574,9	580,0
Jena	625,6	638,3	602;7	561,5
Durchschnitt	602,3	592,2	577,9	578,2

der That die Vermutung. Das durchschnittliche Gewicht ist, wie die Tabelle zeigt, bei Individuen mit spärlicher Menstruation geringer als bei solchen mit reichlicher. Der grosse Knabenüberschuss bei schwacher Regel ist also durch eine schwächere Ernährung des Embryo hervorgerufen. —

Im ersten Teil der Arbeit wurde bereits darauf hingewiesen, dass Erstgebärende einen grössern Knabenüberschuss zeigen. Bei ältern Erstgebärenden scheint sich der Mangel an männlichen Individuen in irgend einer Weise fühlbar gemacht und Veränderungen am Ei bewirkt zu haben. Indessen lässt sich der grössere Knabenüberschuss bei Erstgebärenden überhaupt vielleicht auch dadurch erklären, dass diese ihre Früchte nicht so gut ernähren wie Mehrgebährende. Hierfür sprechen die Gewichtsverhältnisse der Kinder. Frankenhäuser[1]) bestimmte das Durchschnittsgewicht derselben bei Mehrgebärenden zu 3500 gr bei Erstgebärenden zu 3359 gr. Veit[2]) fand folgende Gewichte:

[1]) Mon.-Schrift f. Geburtsk. XIII, pag. 170. Frankenhäuser, Über einige Bedingungen der stärkern oder schwächern Entwickelung der Frucht.

[2]) l. c. VI 1855. Veit, Beiträge zur geburtshilflichen Statistik.

	Knaben	Mädchen
Mehrgebärende	3640 (419)	3530 (440)
Erstgebärende	3500 (893)	3390 (799)

Die Klammern geben die Zahl der Fälle an.

Ingerslev[1]) fand das mittlere Gewicht von 1723 Erstgeburten zu 3254 gr, das von 1727 Kindern von Mehrgebärenden zu 3412 gr, also um 158 gr höher. Er stellte für das 25. bis 29. Lebensjahr der Mutter fest, dass bei gleichem Alter derselben die dritte Frucht etwas schwerer als die zweite, und diese etwas schwerer als die erste ist.

Die Protokolle des Gebärhauses zu Jena (1861—81) ergaben die Gewichte, wie sie die Tabelle wiedergiebt. Auch hier nennen die eingeklammerten Zahlen die Anzahl der Fälle.

	Knaben	Mädchen
Mehrgeb.	3277 (461)	3174 (353)
Erstgeb.	3166 (271)	3067 (289)

Damit in Übereinstimmung steht das Gewicht der Placenta. Sowohl das Gewicht der Kinder wie das der Placenta ist also bei Mehrgebärenden grösser als bei Erstgebärenden.

	Knaben	Mädchen
Mehrgeb.	608 (401)	567 (298)
Erstgeb.	572 (205)	560 (225)

Diese Erscheinung bestätigt von neuem den Satz, dass die Grösse der Placenta in Beziehung steht zu der Ernährungsstärke des Kindes.

Auch die Sterblichkeit der Kinder von Erstgebärenden ist grösser, was teilweise auf die schwächere Ernährung zurückzuführen ist. Die folgende Übersicht von Veit zeigt dies sehr deutlich. Sie giebt die Sterblichkeit in Procenten an.

Geburtsdauer Stunden	Scheintot		Totgeboren		Nach d. Geburt gestorben	
	Erstgeb.	Mehrgeb.	Erstgeb.	Mehrgeb.	Erstgeb.	Mehrgeb.
12	3,33	1,22	0,65	0,41	1,02	0,48
24	4,87	2,89	1,31	0,55	1,96	0,83
mehr	8,77	3,70	3,13	2,72	1,88	0,77

[1]) Schmidts Jahrb. 169, pag. 156. Über die Gewichtsverhältnisse der Neugeborenen (Nord. med. ark. VII, 2, No. 7).

Auch Hecker[1]) fand unter Erstgeburten relativ viele tote Früchte. Nach ihm starben in den ersten acht Tagen von Erstgeburten 17,6 %, während diese Sterblichkeit im allgemeinen nur 10 % ist[2]).

Wenn also, wie es scheint, Erstgeburten weniger gut ernährt werden[3]), so kann das Überwiegen des männlichen Geschlechtes bei denselben vielleicht hierauf zurückgeführt werden. —

Missbildungen sind meist sehr kräftig gebildet, oft sogar fett. Man hat bei diesen stets ein Überwiegen des weiblichen Geschlechts gefunden. H. Meckel von Hemsbach[4]) citiert folgende Angaben: „In Hinsicht des Geschlechts machte J. F. Meckel auf die Häufigkeit des weiblichen Geschlechts bei Monstrositäten aufmerksam. Otto (Monstr. sexcent. descr. p. XVI) fand folgende Verhältnisse der Monstra.

	Männlich	Weiblich	Summa
Hemicephalen	22	47	69
Perocephalen	63	110	173
Spaltungen in der Mittellinie	33	17	50
Summe	203	270	473

Sehr allgemein sind Doppelmissbildungen körperlich ungleich gebildet. Das Geschlecht steht hier in bestimmter Beziehung zur Zwillingsasymmetrie. Doppelbildungen weiblichen Geschlechts sind nach meinen Erfahrungen weit häufiger zwillingssymmetrisch als die männlichen Geschlechts; ebenso fand Haller unter 42 symmetrischen Doppelbildungen nur 9 männliche, J. F. Meckel unter 80 nur 20, Otto unter 142 nur 52 männliche. Burdach (Physiologie Bd. I, pag. 281) erhielt unter 268 Fällen 181 weibliche (164 symmetrische und 17 asymmetrische) und 87 männliche (59 symmetrische und 28 asymmetrische).

---

[1]) l. c. 189, pag. 300. Über die Sterblichkeit der Kinder in der Gebäranstalt zu München.

[2]) l. c. 166, pag. 261. Über die Geburten alter Erstgebärender (Auszug). Ferner Arch. f. Gynäk. VII, pag. 448 (Orig.).

[3]) Es sei bemerkt, dass auch bei Tieren Ähnliches stattzufinden scheint. Erstlingskälber, namentlich wenn sie von zu jungen Müttern abstammen, sollen sich nicht kräftig ausbilden und werden meist nicht zur Zucht benutzt (Dr. G. May, Das Rind, II, pag. 99).

[4]) Müller, Archiv für Physiologie 1850, pag. 246. Meckel, Über die Verhältnisse des Geschlechts, der Lebensfähigkeit und der Eihäute bei einfachen und Mehrgeburten.

Bei den Acephalen ist das männliche Geschlecht überwiegend." Für die letztere Behauptung fehlen Zahlenangaben. Mercer Adam[1]) bestätigt das Vorwiegen des weiblichen Geschlechts namentlich bei Doppelmissbildungen; denn er fand unter 263 Fällen 192 weibliche und 71 männliche. Er fügt hinzu, dass Doppelkinder meist von gleichem Geschlecht seien wie Zwillinge und dass bei ihnen jedoch das männliche Geschlecht überwiege. Es scheint also, dass im Allgemeinen bei Missbildungen das weibliche Geschlecht stärker vertreten ist. Es wird sich dies wahrscheinlich zurückführen lassen auf die relativ gute Ernährung derselben. Nur bei Doppelkindern soll nach Mercer Adam das männliche Geschlecht vorherrschen. Zahlenangaben fehlen indessen hierüber. —

Zum Schluss sei noch auf folgende Thatsache aufmerksam gemacht.

C. v. Hecker[2]) hat statistisch gezeigt, dass durch ungünstige Verhältnisse beim Gebären die Knaben mehr benachteiligt sind als die Mädchen. Allerdings stehen viele Verhältnisse, z. B. eine Becken-verengung in gar keinem Zusammenhang mit der Ernährung des Foetus, also mit der Entstehung des Geschlechtes. Von andern Umständen aber ist dies wahrscheinlich, obgleich es bis jetzt noch nicht statistisch untersucht worden ist. So kann es z. B. für die Ausbildung der Placenta und folglich auch für die Ernährung des Foetus nicht gleichgültig sein, wo diese entsteht, ob sich das Ei an den Stellen ansetzt, welche durch die überwiegende Zahl der Fälle dazu am besten geeignet erscheinen, oder ob es sich ausnahmsweise an dem jedenfalls weniger geeigneten Cervix ansetzt. Wenn auch noch nicht erwiesen, so ist es doch sehr wahrscheinlich, dass unter solchen Verhältnissen eine schwächere Ernährung stattfindet. Sollte sich dies wirklich so verhalten, wie sich vermuten lässt, so steht damit in Übereinstimmung der grosse Knabenüberschuss, den Hecker bei placenta praevia fand. —

Aus allen diesen Thatsachen geht hervor, dass auch beim Menschen unter ungünstigen Verhältnissen mehr Knaben geboren werden als unter günstigen. Da sich indessen der Mensch infolge seiner Civilisation namentlich in jetziger Zeit ziemlich unabhängig

[1]) Schmidts Jahrbücher d. ges. Med. 90, pag. 6. Mercer Adam, Zur Lehre von den Missgeburten (Original: Monthly Journ. March, May, Sept., Dec., 1854).

[2]) Hecker, Statistisches aus der Gebäranstalt München. Credé's Archiv für Gynäkologie, Bd. XX, Heft 3, 1882.

von dem Ausfall der Ernte und andern Schwankungen gemacht hat, so werden die Abweichungen im Sexualverhältniss nur ziemlich gering sein können. Indessen haben wir gesehen, dass sie doch gross genug waren, um statistisch nachgewiesen werden zu können. Wir fanden, dass der Knabenüberschuss steigt bei Teuerungen, bei Abnahme der Prosperität eines Volkes überhaupt, namentlich beim Extrem derselben, beim Aussterben von Rassen. Ferner ist der Knabenüberschuss grösser auf dem Lande als in den Städten, im Gebirge grösser als in der Ebene. Dasselbe ist der Fall bei zu jungen oder zu alten Müttern, bei spärlicher Menstruation derselben und unter andern Umständen. Stets ist das Auftreten einer grösseren Zahl von Knaben auf die Wirkung einer schwächeren Ernährung zurückführbar. Die unbedingte Folge hiervon ist eine grössere Sterblichkeit der Knaben während und bald nach dem Foetal-leben. Die Thatsachen lehren also, dass beim Menschen die Zahl der Mädchengeburten mit der Ernährungsstärke steigt und fällt.

bb. Bei Tieren.

Im Gegensatz zu den Tieren lebt der Mensch unter weit gleichmässigeren Ernährungsbedingungen, es treten nur geringe Änderungen hierin ein und diesen entsprechen auch nur geringe Schwankungen im Sexualverhältniss. Weit auffallender treten uns diese bei den Tieren entgegen. Bei ihnen finden wir häufig den extremsten Wechsel von Überfluss und Mangel.

Eine Mehrgeburt von Männchen ist schon früher mit einer Verminderung der Nahrungszufuhr in ursächlichen Zusammenhang gebracht worden, unter andern von Rolph. Er nennt daher die Männchen die „Hungergeneration.“ Indessen ist ja die Ernährung nicht das einzige in Betracht kommende Moment und darum wird es besser sein, diesen Ausdruck zu vermeiden. — Doch gehen wir über zu den Thatsachen, welche den Einfluss der Ernährung auf die Entstehung des Geschlechtes beweisen.

Zunächst sollen die Arbeiten von M. H. Landois[1]) erwähnt werden, welche wertvoll sind, trotzdem sie einige offenbare Irrtümer enthalten. Er wendet sich gegen die allgemein angenommene Ansicht von der parthenogenetischen Fortpflanzung der

---

[1]) Zeitschrift f. wiss. Zool. XVIII, 1867.
Dr. H. Landois, „Über des Gesetz der Entwickelung der Geschlechter bei den Insecten.“

Bienen und behauptet, dass das Geschlecht der Bienenlarven nur durch die Nahrung bestimmt würde. Er macht darauf aufmerksam, dass die Eier, aus denen Arbeiter auskriechen, in andern Zellen und mit anderer Nahrung auferzogen werden als die Drohneneier. Um zu prüfen, ob diese Verschiedenheit der Ernährungsverhältnisse die eigentliche geschlechtsbestimmende Ursache sei, brachte er Eier, die von der Königin in Arbeiterzellen gelegt waren, in Drohnenzellen, wo der Embryo von den Bienen mit Drohnennahrung gefüttert wurde. Alsdann schlüpften nachher Drohnen aus Arbeiter-eiern aus und umgekehrt.

Trotzdem nun die Beobachtungen von Siebold und Andern zweifellos richtig sind, so scheinen doch obige Angaben, die in Deutschland fast gänzlich unberücksichtigt geblieben sind, beachtet werden zu müssen. Es ist ja sehr wahrscheinlich, dass bei den Bieneneiern die Befruchtung und ihr Ausfall nicht die alleinige Ursache der Entstehung des betreffenden Geschlechtes ist, dass vielmehr auch die Ernährung hierzu mitwirkt. Der Ausfall der Befruchtung kann vielleicht gänzlich aufgehoben werden durch die andere geschlechtsbestimmende Ursache, welche durch eine frühzeitige reichliche Ernährung gegeben ist.

Den Einfluss der Nahrungszufuhr beobachtete Landois besonders an Vanessa urticae. Aus Tausenden von ganz jungen Räupchen zog er willkürlich Männchen oder Weibchen, je nachdem er sie schlecht oder gut nährte. Siebold und Klein[1]) halten mit Unrecht Landois als einen Einwurf entgegen, dass das Geschlecht in der Raupe schon ziemlich bald ausgebildet wird. Die Experimente von Landois stehen vielmehr hiermit in Übereinstimmung; denn Landois sagt, dass die den Larven anfangs gegebene Nahrung das Geschlecht bestimmt. Er fütterte junge Raupen von Vanessa urticae anfangs sehr reichlich, nach einer gewissen Zeit spärlich und alle entwickelten sich zu Weibchen mit verkümmerten Ovarien. Es zeigt uns dies, dass die Ausbildung des weiblichen Geschlechtes durch Überfluss an Nahrung begünstigt wird und ferner, wie empfindlich der weibliche Genitalapparat gegen Veränderung der Ernährung ist.

Ebenso verhält es sich nach Landois bei den Bienen. Arbeiter- und Königinnenlarven erhalten anfangs gleich reich-

[1]) l. c. Siebold, Zusatz zu Landois' vorläufiger Mitteilung. Kleine, Über das Gesetz der Entwickelung der Geschlechter bei den Insecten.

liches Futter, wodurch sich bei ihnen das weibliche Geschlecht ausbildet. „Nach einiger Zeit aber bekommen die Arbeiterlarven schlechteres Futter und ihr Geschlecht bleibt daher unentwickelt. Die Drohnenlarven erhalten im Anfang weit schlechteres Futter, wodurch sie sich zum männlichen Geschlecht ausbilden.“ Eine so im Anfang infolge schlechter Nahrung männlich gewordene Larve kann sich natürlich später durch bessere nicht wieder zum weiblichen Geschlecht umbilden. Es ist unrichtig, wenn Siebold[1]) sagt, es wäre dies eine Consequenz der Landois'schen Theorie. Nach Landois bleibt das im Anfang[2]) durch die verschiedene Nahrung bestimmte Geschlecht bestehen, und nur beim weiblichen kann sich der Genitalapparat, wenn später Mangel eintritt, nicht vollkommen ausbilden — weil er sehr empfindlich gegen Schwankungen in der Ernährung ist.

Im Irrtum ist aber Landois unzweifelhaft, wenn er glaubt, die primäre und secundäre Drohnenbrütigkeit durch seine Theorie erklären zu können; denn diese ist, wie sicher feststeht, die Folge eines Mangels an Männchen, respective des Ausfalls der Befruchtung.

Bei den Bienen scheinen also zwei Momente in Betracht gezogen werden zu müssen, nämlich die einem Mangel an Männchen entsprechende Nichtbefruchtung und die Verschiedenheit der Ernährung. Beide können unter Umständen einander entgegen wirken. Von den Bienen werden sie wahrscheinlich gemeinsam zur Erziehung ihrer Larven benutzt. —

Da Frösche ein sehr geeignetes Object zu bieten schienen, den Einfluss der Ernährung auf die Geschlechtsentstehung zu prüfen, so unternahm es Born[3]), eine grosse Zahl von Froschlarven aus künstlich befruchteten Eiern aufzuziehen. Die Tiere wurden in einigen Aquarien mit rein pflanzlicher Nahrung, in den übrigen mit gemischter aufgezogen. Die Sterblichkeit war eine ausserordentlich grosse; denn aus beinahe 9000 Eiern erhielt er nur 1443 Tiere, deren Geschlecht er bestimmte. Es fanden sich hierunter nur 5 % Männchen.

Es ist möglich, dass dieser Überschuss des weiblichen Geschlechtes durch eine grössere Sterblichkeit des männlichen herbei-

---

[1]) l. c. pag. 530.

[2]) Auch Dr. Kleine scheint dies Wort übersehen zu haben.

[3]) G. Born, Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung der Geschlechtsunterschiede. Sep.-Abd. aus d. Breslauer ärztlichen Zeitschrift, 1881.

geführt wurde, wie schon Pflüger[1]) hervorhob. — Bei den Versuchen von Born kann auch eine Befruchtung von noch jungen Eiern stattgefunden haben. Er entnahm diese dem Uterus von Froschweibchen zur Laichzeit. Pflüger dagegen verwandte nur die Eier von in brünstiger Umarmung befindlichen Weibchen, also wahrscheinlich ältere Eier. Er erhielt unter 806 Individuen 288 Männchen. — Auf den Einfluss der Nahrung lassen sich keine Schlüsse ziehen, da die rein pflanzlich ernährten bis auf wenige starben, denn sie waren in der Grössen-entwickelung sehr zurückgeblieben.

Später stellte Yung[2]) ähnliche Experimente an. Er fand, wie Born, dass die rein pflanzlich ernährten Larven an Grösse erheblich zurückblieben gegen die mit Fleisch und Eiweiss ernährten. Er fand bei letzteren 70—75 % Weibchen. Diejenigen, denen nur Pflanzen zur Verfügung standen, starben fast alle. Das Resultat ist also ähnlich dem der Experimente von Born. Ein bestimmter Schluss lässt sich nicht daraus ziehen.

Wahrscheinlich liegt die Erklärung darin, dass, wie Pflüger[3]) nachwies, sich bei den jungen Fröschen sehr viele Zwitter finden, welche sehr leicht für Weibchen gehalten werden können. Aus diesen gehen aber später sowohl Weibchen wie Männchen hervor. —

Bei viviparen Tieren hängt die Ernährung sehr von der der Mutter ab. Nach Martegoute besassen die Mutterschafe, welche weibliche Tiere geboren hatten, durchschnittlich ein grösseres Gewicht als die, welche Bocklämmer geworfen hatten[4]). Ploss schliesst von diesem grösseren Gewicht der Mutter auf einen bessern Ernährungszustand derselben und von diesem auf eine bessere Ernährung des Foetus, was im Allgemeinen wohl zulässig ist. Es wäre also das weibliche Geschlecht der Theorie entsprechend durch eine reichlichere Nahrungszufuhr bestimmt worden. —

Darwin machte an 6878 Fällen die Beobachtung, dass bei Windspielen die männlichen Geburten zu den weiblichen sich verhalten wie 110,1 : 100. Dieser bedeutende Überschuss erklärt sich vielleicht daraus, dass die Tiere weniger gut genährt sind,

---

[1]) Zur Frage über die das Geschlecht bestimmenden Ursachen. Arch. f. Phys. 1881, pag. 249.

[2]) Comptes rendus 92, 1881, pag. 1525 u. 93, pag. 854.

[3]) Über die das Geschlecht bestimmenden Ursachen etc. Arch. f. Phys. 1882, pag. 32.

[4]) Von Ploss citiert, Monatsschrift für Geburtskunde, Band XII.

als ihre Stammeltern es waren [1]). Jedoch kann hierauf nicht viel Gewicht gelegt werden. —

Bei Besprechung des Einflusses der Nahrung auf das Geschlecht überhaupt wurden die infolge von Nahrungsmangel entstandenen rudimentären Missbildungen beim männlichen Hirschkäfer [2]) erwähnt. Hier erst ist der Ort, zu sagen, warum diese niemals beim weiblichen Geschlecht vorkommen. Die Larven nämlich, welche Mangel leiden, werden durch diesen zum männlichen Geschlecht bestimmt. Wenn dieser Mangel stark ist, so bilden sich die secundären Geschlechtscharactere nur unvollkommen aus. Unter den Weibchen finden sich aber keine Individuen, die als Larve so starken Mangel gelitten hätten. —

Bei eier-legenden Tieren hängt die Stärke der Ernährung des Embryo von der Grösse des Eies resp. des Nahrungsdotters ab. Diese ist variabel. Bei Hennen sollen die später gelegten Eier kleiner sein und meist Hähne liefern [3]). Die Nahrungszufuhr ist bei der schon erschöpften Mutter eine mangelhafte, es entsteht ein kleineres Ei, der Embryo erhält also weniger Nahrungszufuhr und bildet sich zum männlichen Geschlecht aus. Bei andern Vögeln, z. B. bei Kanarienvögeln, soll das zuerst gelegte Ei sehr klein sein und fast stets einen männlichen Vogel liefern. —

Auch bei niedern Tieren zeigt sich dieselbe Erscheinung. Phylloxera legt im Herbst verschiedene Eier, grosse und kleine. Aus ersteren gehen Weibchen hervor, aus letzteren, den kleineren, aber Männchen. Bei den Orthonectiden entstehen in den Mutterschläuchen entweder Männchen oder Weibchen. „Die grössern Embryonen gestalten sich zu weiblichen Larven oder zur „forme ovoïde“ von Giard, während die kleinern zu Männchen oder zur „forme allongée“ werden“ [4]). —

Dass Domestication ähnlich wie Überfluss wirkt, war schon oben erwähnt. Es zeigt sich, dass in Folge des Überflusses bei künstlich gepflegten Tieren eine stärkere Reproduction eintritt.

---

[1]) Darwin, Geschlechtliche Zuchtwahl, pag. 282.

[2]) Kosmos, 5. Jahrg., 1881—82, X, pag. 172.
Reichenau, Über den Ursprung der secundären männlichen Geschlechtscharactere, insbesondere bei den Blatthornkäfern.

[3]) Thury, La Production des Sexes, p. 22; Pagenstechers Kritik, p. 37.

[4]) Zoologischer Anzeiger 1879, pag. 547.
Metschnikoff, Zur Naturgeschichte der Orthonectiden.

Es ist aber auch constatiert worden, dass unter solchen Verhältnissen besonders das weibliche Geschlecht sich numerisch stärker ausbildet. Schon Giron [1]) beobachtete, dass die weiblichen Nachkommen desto mehr überwiegen, je üppiger die Nahrung ist und je mehr Ruhe die Tiere geniessen. Umgekehrt bemerkte Giron aber auch, dass je grösser die Anstrengung und je kärglicher die Nahrung, desto mehr männliche Junge geworfen wurden. Auch fand er, dass eine Schafherde, die im vorigen Jahr nicht getragen hatte, sich also in dieser Beziehung nicht angestrengt hatte, viel mehr weibliche Junge warf (100:67), während eine andere, die im vorigen Jahre getragen hatte, mehr männliche produzierte (100:104 [2]). —

Für Pferde wurde durch Goehlert [3]) nachgewiesen, dass im allgemeinen etwas mehr Weibchen geboren werden; das Sexualverhältniss war nämlich 100:96,57, was sehr wohl mit dem aus den preussischen Abfohlungstabellen gefundenen Verhältniss von 100:98,03 übereinstimmt. Bei den Tot-geborenen dagegen verhält es sich umgekehrt, das Verhältniss ist hier 100:106—107. Wie beim Menschen so sterben also auch hier während der Embryonalzeit mehr männliche Individuen. Beim Menschen wurde diese Erscheinung auf die anfänglich schwächere Ernährung der männlichen Embryonen zurückgeführt. Auch beim Pferd wird dies der Fall sein. Und es wäre interessant, zu erforschen, ob sich ein ähnliches Verhältniss auch bei andern Tieren zeigt. Bei Pferden wird also die Zahl der männlichen Tiere, die schon bei der Entstehung des Geschlechtes schwächer vertreten waren, durch die Sterblichkeit während des Foetal-lebens noch mehr reduciert. Es steht zu vermuten, dass infolge der relativ schlechteren Ernährung die Sterblichkeit des männlichen Geschlechtes auch nach der Geburt grösser sein wird als beim weiblichen. Untersuchungen liegen hierüber noch nicht vor. Wenn sich dies so verhält, wie sehr wahrscheinlich ist, so wird sich die Zahl der Hengste noch mehr vermindern und auf diese Weise ist es vielleicht zu erklären, warum später die Anzahl der Stuten eine weit grössere ist, als die der Hengste. Auch bei andern polygamen Tieren wird das zur Zeit der Reproduction herrschende Sexualverhältniss vielleicht ebenfalls durch eine grössere Sterblichkeit des männlichen Geschlechtes herbeigeführt. —

[1]) Wagners Handwörterbuch der Physiologie, Bd. IV, p. 773.
[2]) Burdach, Physiologie, Bd. I, p. 591.
[3]) Zeitschrift für Ethnologie, 1882.

Auch das Klima muss von Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes sein. Bringt man Tiere von wärmern Gegenden in kältere, so werden sie unter diesen Umständen mehr Männchen produzieren. Es fragt sich, ob ein Tier, welches sowohl in kältern wie wärmern Gegenden vorkommt, je nach dem Klima ein verschiedenes Sexualverhältniss zeigt. Pflüger[1]) hat hierüber folgende Thatsachen festgestellt. Das Geschlechtsverhältniss der erwachsenen Frösche ist in Utrecht, Bonn und Königsberg dasselbe, nämlich 1:1, worauf bei Besprechung der Constanz des Sexualverhältnisses bereits aufmerksam gemacht wurde. Das Verhältniss bei den Fröschen, welche noch im ersten Lebensjahre stehen, ist jedoch ein nach der Herkunft verschiedenes. Pflüger fand bei solchen aus Utrechter Eiern gezüchteten Tieren nur 12 bis 14 % Männchen, bei den aus Königsberg stammenden dagegen 48 %, während die Bonner Fröschchen sowol in den Aquarien wie in der Natur 35—36 % Männchen aufwiesen. Da Pflüger wiederholt viele hundert Tiere untersuchte, so können diese Zahlen als gesichert angesehen werden. In einigen Aquarien hatte er Frösche von verschiedener Abkunft aufgezogen und das Geschlechtsverhältniss entsprach genau dem arithmetischen Mittel, wie Pflüger berechnete. Endlich wiesen noch junge aus Glarus stammende Frösche 22,6 % Männchen auf. Jedoch betrifft dieses Verhältniss nur eine geringe Zahl.

Sollten sich diese Verhältnisse auch bei andern Tieren zeigen, so wird man wohl berechtigt sein, dem Klima einen Einfluss auf das Sexualverhältniss zuzuschreiben. Danach müsste also das Klima und die Beschaffenheit der Umgegend von Utrecht den Fröschen am günstigsten sein. Am wenigsten würden sie in Ostpreussen prosperieren, während die Gegend von Bonn eine mittlere Stellung einnimmt. Dies steht in Übereinstimmung mit folgender Bemerkung Pflüger's[2]): „Dabei zeigten sich gerade die

---

[1]) Griesheim, Über die Zahlenverhältnisse der Geschlechter bei Rana fusca, Pflüger's Archiv, 1881, pag. 237.
Pflüger, Zur Frage über d. d. Geschlecht bestimmenden Ursachen, l. c. 1881, pag. 254.
Hat die Concentration des Samens Einfluss auf das Geschlecht? l. c. 1882, pag. 1.
Über die das Geschlecht bestimmenden Ursachen u. d. Geschlechtsverhältniss der Frösche, l. c. 1882, pag. 13.

[2]) l. c. pag. 34.

Utrechter aus der Natur bezogenen jungen Fröschchen viel besser und kräftiger genährt als die Königsberger.“ Zum teil wurde dies Verhältniss dadurch hervorgerufen, dass die Utrechter am meisten und die Königsberger am wenigsten Hermaphroditen aufwiesen. Durch die Umwandelung dieser und vielleicht auch durch eine verschiedene Sterblichkeit der Geschlechter wird sich das Sexualverhältniss so ändern, dass es später bei den erwachsenen Fröschen 1:1 beträgt. —

Der Einfluss des absoluten Alters der Mutter auf die Ernährung und damit auf das Geschlecht des Foetus wird sich auch bei Tieren zeigen. Einzelne Beobachtungen liegen hierüber schon vor. In der von Goehlert[1]) gegebenen und bereits oben mitgeteilten Tabelle zeigt sich, dass bei Stuten unter 10 Jahren das Sexualverhältniss der Fohlen 89,8, bei solchen über 10 Jahren 93,9:100 war. Der Unterschied ist natürlich nicht gross, weil diesem der Einfluss des relativen Alters entgegenwirkt. Aber es ist doch ersichtlich, dass ältere Stuten etwas mehr Männchen producieren. Bei Schafen ist der Einfluss des Alters ebenfalls beobachtet worden. Morel de Viade fand, dass Schafe im besten Alter von $4\frac{1}{2}$ Jahren eine gleiche Zahl von Bock- und Zibbelämmern werfen, dass sie dagegen im frühern oder spätern Alter mehr männliche Junge producieren.

Auch Girou de Buzareingues stellte hierüber Versuche an, die aber an Unklarheit leiden. Er paarte noch sehr junge Mutterschafe mit ebenfalls sehr jungen Widdern und es brachten alsdann die zwei Jahre alten Schafe 14 männliche und 26 weibliche Lämmer zur Welt, die drei Jahre alten 16 männliche und 29 weibliche. Die vier Jahre alten aber, die mit alten Widdern gepaart und vorher auf magere Weide gelassen wurden, warfen 33 Bock- und nur 14 Schaflämmer. Der Einfluss des relativen Alters und der der Ernährung des Embryo ging hier Hand in Hand. —

Wie Ploss[2]) erwähnt, gilt es bei Leder- und Pelzhändlern als feststehende Annahme, dass fruchtbare Gegenden mit guten Weideplätzen vorzugsweise Häute von weiblichen Tieren, unfruchtbare Länderstriche aber mehr solche von männlichen Tieren liefern. Indessen dürfen solche Angaben nur mit Vorsicht aufgenommen werden. —

---

[1]) Zeitschrift für Ethnologie, Heft IV, 1882.

[2]) Schmidt's Jahrbücher der Medicin, 102, 1859, pag. 285.

Auch die Jahreszeiten sind von dem grössten Einfluss auf das Geschlecht der produzierten Tiere. Da für die meisten der grösste Nahrungsüberfluss in den Sommer fällt, so müssen im Herbst mehr Männchen erscheinen. Bei vielen, namentlich solchen von kurzer Lebensdauer findet sich im Herbst und Winter die relativ grösste Zahl von Männchen. Zenker[1]) fand „von vielen Arten der Cypriden die Männchen am reichlichsten im Winter, wie bei den meisten Entomostraceen.“

Siebold fand, dass bei Nematus ventricosus sowohl aus befruchteten wie aus unbefruchteten im Sommer die meisten Weibchen hervorgingen, während im Herbst und Frühling mehr Männchen auftraten. Dieses ist ersichtlich aus der Tabelle, welche bei Gelegenheit der Besprechung der Arrenotokie gegeben wurde. —

Es wurde oben erwähnt, dass Domestication im allgemeinen die Prosperität der Tiere hebt. Ganz anders verhält es sich jedoch mit den in Menagerien gefangen gehaltenen Raubtieren. Ihnen ist eine starke Bewegung ein Bedürfniss, der Zustand, in dem sie sich befinden, kann durchaus nicht als ein Wohlbefinden bezeichnet werden. Gefangene Raubvögel, die den Mangel an Bewegung am allermeisten empfinden werden, begatten sich fast nie, nicht ganz gezähmte Raubsäugetiere nur selten und die Jungen sind meist männlich. Geoffroy St. Hilaire[2]) sagt in bezug auf Acclimatisation ausländischer Tiere, dass die in Menagerien geborenen Individuen häufiger männlichen Geschlechtes seien, während die in den Museen aufgestellten häufiger weiblich seien, und dass die Acclimatisation exotischer und die Domestication (namentlich die vergebliche) von wilden Tieren denselben Erfolg habe.

Über die Art und Weise, wie der Zustand der Gefangenschaft auf das Reproductionssystem wirken kann, sagt Darwin[3]): „Wir fühlen uns zuerst natürlich geneigt, dieses Resultat einem Verlust an Gesundheit oder mindestens einem Verluste an Kraft zuzuschreiben. Diese Ansicht kann aber kaum aufrecht erhalten bleiben, wenn wir überlegen, wie gesund, langlebig und kräftig viele Tiere in der Gefangenschaft sind, so z. B. Papageien, Habichte, wenn sie zur Falkenbeize, Cheetahs, wenn sie zum Jagen

---

[1]) Müller's Archiv für Physiologie, 1850, pag. 194.
Zenker, Über die Geschlechtsverhältnisse der Gattung Cypris.

[2]) Ann. d. scienc. nat. 1839, T. XII, p. 174

[3]) Variiren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Übers. v. J. V. Carus, pag. 155.

benutzt werden, und Elephanten. Die Fortpflanzungsorgane selbst sind nicht erkrankt und die Krankheiten, an denen die Tiere in den Menagerieen gewöhnlich umkommen, sind nicht solche, welche in irgend einer Weise ihre Fruchtbarkeit affizieren. Kein Haustier ist Krankheiten so ausgesetzt wie das Schaf und doch ist es merkwürdig fruchtbar. Dass diese Tiere sich in der Gefangenschaft nicht fortpflanzen, ist zuweilen ausschliesslich einem Ausbleiben ihrer sexuellen Instincte zugeschrieben worden. Dies mag gelegentlich mit ins Spiel kommen. Doch liegt kein Grund vor, warum dieser Instinct, so besonders bei vollständig gezähmten Tieren, affiziert werden sollte, allerdings mit Ausnahme einer indirecten Affection infolge einer Störung der Reproductionssysteme selbst. Überdies sind zahlreiche Fälle angeführt worden, dass sich verschiedene Tiere in der Gefangenschaft reichlich begatten, dass die Weibchen aber niemals empfangen; oder, wenn sie empfangen und Junge producieren, dass sie in geringerer Zahl produziert werden, als es der Species eigen ist."

Damals hatte man noch nicht erkannt, dass das weibliche Genitalsystem weit empfindlicher gegen ungünstige Einwirkungen ist als das männliche. Dass also bei vielen Tieren trotz stattgefundenem Coitus keine Befruchtung eintritt, erklärt sich dadurch, dass die Ovulation stärker beeinträchtigt wird als die Production von Sperma. Es bleibt keine andere Erklärungsmöglichkeit, als dass diese Einwirkung mit Hülfe des Nervensystems geschieht, dass also doch der geschlechtliche Instinkt leidet und zwar besonders beim weiblichen Geschlecht und oft nur bei diesem.

Der Einfluss der Nerventhätigkeit auf die Reproductionsvorgänge scheint überhaupt ein grosser zu sein und die Sterilität in der Gefangenschaft ist wohl nur durch diesen erklärbar. Wie gross derselbe sein muss, geht auch aus folgendem Beispiel hervor: „Zwei Pärchen brünstiger Olme wurden zwei Stunden lang aus dem gewohnten in einen andern Behälter gethan. Und diese kurze Zeit genügte, um bei allen ein derartiges Zusammenfallen der Anschwellungen zu bewirken, dass die Tiere nicht mehr brünstig erschienen, und erst nach Verlauf von 12 Stunden stellten sich diese Merkmale wieder ein" [1]).

Jedoch werden diese Verhältnisse erst später vollständig aufgeklärt werden können. Für die Theorie genügt es, nachgewiesen

---

[1]) Zeitschrift f. wiss. Zool., 1883, 38, pag. 673.
Chauvin: Die Art der Fortpflanzung des Proteus anguineus.

zu haben, dass die Tiere unter unnatürlichen Verhältnissen in ihrer Reproductionsthätigkeit erheblich beeinträchtigt werden, während alle übrigen Funktionen wenig oder gar nicht affiziert werden.

Schon aus den bis jetzt angeführten Thatsachen geht auf das unzweifelhafteste hervor, dass die Tiere unter günstigen Umständen mehr Weibchen, unter ungünstigen mehr Männchen produzieren. Wenden wir uns nun zu weiteren Thatsachen.

cc. Thelytokie.

Wir hatten gesehen, dass bei Tieren im Überfluss eine Mehrproduction von Weibchen stattfindet. Bei vielen niedern Tieren tritt zur Zeit des grössten Nahrungsüberflusses sogar das äusserste Extrem dieser Erscheinung auf, d. h. es werden nur Weibchen geboren, welche wieder nur Weibchen produzieren, und sofort, solange als der Überfluss vorhanden ist. Bei dieser denkbar stärksten Vermehrung, welche im allgemeinen zur Zeit des sommerlichen Überflusses stattfindet, fehlen die Männchen überhaupt gänzlich. Jedes Tier gebärt als Weibchen, wenn möglich vivipar, Junge, die wieder weiblich und oft sogar schon bei der Geburt wieder trächtig sind und so fort in kolossaler Vermehrung. Diese kann natürlich nur bei Nahrungsüberfluss nützlich sein und ist auch durch denselben herbeigeführt — vermittelst der Eigenschaft der Tiere, sich in der Stärke der Reproduction den Ernährungsverhältnissen anzuschmiegen. *Der Überfluss ist also die Bedingung und die Ursache der thelytokischen Parthenogenesis.*

Im Herbst, wo infolge des Mangels eine so starke Vermehrung im Interesse der Fortpflanzung nicht erwünscht ist, bemerken wir das Auftreten der Männchen. Sobald alsdann die Fortpflanzung durch geschlechtliche Mischung vermittelt wird, gehören ja schon a priori stets zwei Individuen zur Reproduction; das Erscheinen der Männchen bewirkt also eine Reduction der Vermehrung und diese ist unter solchen Umständen für die Fortpflanzung der Tiere nützlich.

Die *thelytokische Parthenogenesis*, bei der sich infolge von *Überfluss* die Weibchen, ohne *der Befruchtung zu bedürfen, zur Hervorbringung einer möglichst zahlreichen Nachkommenschaft* parthenogenetisch reproduzieren, unterscheidet sich also *gänzlich in Ursache und Wirkung von der arrenotokischen, bei der infolge des anomalen Ausfalls der Befruchtung* bei einem befruch-

tungsbedürftigen Weibchen, also bei Mangel an Männchen, eben solche, an denen es fehlt, aus den unbefruchteten Eiern hervorgehn.

Die Eigenschaft der Bienen und Wespen, sich ungeschlechtlich fortpflanzen zu können, ist eine vorbeugende und dient nur dazu, den Mangel an Männchen wieder auszugleichen. Die Thelytokie aber tritt bei jedem sommerlichen Überfluss auf und ist von diesem abhängig. Die Männchen fehlen bei ihnen nicht ausnahmsweise, wie bei den Wespen, trotzdem diese befruchtungsbedürftig sind, sondern sie fehlen, weil sie gänzlich überflüssig sind. Die geschlechtliche Mischung ist unnötig, ja sogar schädlich, weil sie eine nicht so starke Vermehrung gestattet als die Thelytokie.

Es bleibt nun noch ein Bedenken zu beseitigen. Man könnte einwenden, dass nach der Theorie sich alle Übergänge finden müssten zwischen einer immer stärkeren Production von Weibchen bis zur vollkommenen Herrschaft derselben. Statt dessen zeigt sich wenigstens bei den meisten Arten ein unmittelbarer Übergang von reiner Parthenogenesis zur geschlechtlichen Fortpflanzung. Und zwar sind beiderlei Weibchen sogar verschieden, indem erstere überhaupt nicht befruchtet werden können.

Um diesen scheinbar sehr gerechtfertigten Einwurf zu erledigen, ist es nötig, noch einmal auf das zurückzugreifen, was im Anfang dieses Kapitels gesagt wurde. Bei Besprechung des Einflusses der Nahrungszufuhr auf das Sexualverhältniss der Nachkommen gelangten wir zu dem Resultat, dass bei eintretendem Überfluss eine stärkere absolute Reproduction und zugleich eine relativ grössere von weiblichen Jungen stattfindet. Mit Hülfe letzterer tritt dann eine noch grössere Vermehrung ein. Später aber werden infolge des Weibchenüberschusses wieder mehr männliche Individuen geboren. Das Sexualverhältniss wird also wieder das normale. Von einem immer stärker werdenden Überwiegen des weiblichen Geschlechtes oder gar von einem Übergang zur völligen Alleinherrschaft desselben, davon zeigt sich keine Spur.

Dennoch muss es einen Weg geben, auf dem die Natur zu diesem Extrem des Sexualverhältnisses gelangt. Fragen wir uns, wodurch bei einem Mangel an Männchen eine Mehrgeburt von männlichen Jungen wieder herbeigeführt wird. Der erste Teil der Arbeit giebt hierauf die Antwort, dass die stärkere geschlechtliche Beanspruchung der Männchen dies bewirkt. — Giebt es denn kein Mittel, diese trotz factischem Mangel an männlichen Tieren nicht eintreten zu lassen? Gewiss, die ungeschlechtliche Fort-

pflanzung! Der unvermittelte Übergang zur Parthenogenesis! Sobald nämlich Weibchen geboren werden, deren Eier sich unbefruchtet entwickeln können, kann eine kolossale Vermehrung stattfinden, ohne dass die etwa noch vorhandenen Männchen stärker geschlechtlich beansprucht würden.

Jetzt wird es auch begreiflich, warum viele von diesen Jungfernweibchen sogar ihre Befruchtungsfähigkeit eingebüsst haben. Bei einem Weibchen, welches diese noch besitzt, kann das Sperma, das bei der geringen Anzahl und starken Beanspruchung der Männchen stark zum männlichen Geschlecht bestimmend sein muss, diese Wirkung noch immer ausüben. Die Tendenz des Samens, das normale Sexualverhältniss wiederherzustellen, kann aber nicht zur Geltung gebracht werden bei einem nicht befruchtungsfähigen Weibchen, welches also, unbeeinflusst von der grossen oder geringen Anzahl der Männchen, Individuen seines eigenen Geschlechts produzieren muss, die sich abermals wieder thelytokisch stark vermehren werden und so fort, so lange dies durch das Vorhandensein des Überflusses gestattet ist.

Auf diese Weise kann der Überfluss im Interesse der Vermehrung der Tiere viele Generationen hindurch ausgenützt werden, ohne dass sich, wie dies für gonochoristisch sich fortpflanzende Tiere gezeigt wurde, in den spätern Generationen das Gleichgewicht im Sexualverhältniss wiederherstellt.

Eine solche Anpassung an die Parthenogenesis findet sich aber niemals bei arrenotokischen Weibchen. Diese sind befruchtungsfähig und werden auch unter normalen Verhältnissen stets befruchtet.

So fand Siebold bei der Zergliederung der jungfräulichen aber eierlegenden Polistesweibchen[1]) nicht nur, „dass die sechs Eierstöcke vollkommen entwickelt waren und Eier von verschiedenen Graden der Ausbildung enthielten, sondern dass auch das Receptaculum seminis in vollkommener Entwickelung vorhanden, aber durchaus leer war.“

Bei der Thelytokie hingegen trifft man es sehr häufig (z. B. bei den Daphniden), dass die Sommer-Weibchen ihre Befruchtungsfähigkeit aufgegeben haben, was nach den angestellten Erörterungen für eine fortgesetzt starke Vermehrung nützlich ist.

---

[1]) Siebold, Über die Parthenogenesis der Polistes gallica. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XX, 1870.

Unterziehen wir die Erscheinung der Thelytokie einer näheren Betrachtung.

Es mag mit den so lehrreichen Arthropoden begonnen werden. Die Phyllopoden bieten uns eine Fülle von Beispielen. So tritt uns das Verhalten von Artemia entgegen. Im Sommer legt sie parthenogenetisch Sommereier, aus denen sich sofort wieder Weibchen entwickeln. Bei Eintritt des Mangels im Herbst aber erscheinen auch die Männchen, und es werden dann befruchtete Wintereier gelegt. Zenker[1]) fand bei der Beobachtung von Artemia salina in der Greifswalder Saline im Frühling auf 100 Weibchen nur 3 Männchen, im Sommer aber unter Tausenden nicht ein einziges. Danach scheint also auch im Frühling, wenn der Überfluss noch nicht so stark ist, das männliche Geschlecht aufzutreten. Siebold[2]) beobachtete dieses Tier ebenfalls. Jedesmal, wenn die Behälter infolge von Fäulniss des Schlammes oder infolge verkehrter Nahrung, z. B. bei Anwendung von Süsswasserschlamm statt Meeresschlamm, oder infolge von unrichtigem Salzgehalt des Wassers den Tieren ungünstige Lebensverhältnisse boten, wurden von den Weibchen Wintereier gelegt, während die andern günstiger situierten Sommereier hervorbrachten. Ferner sagt W. E. Schmankewitsch[3]) über das Auftreten der Männchen bei Artemia: „Bei schneller Veränderung des Salzwassers wird dasselbe zu einem für das Leben der Art unvorteil-

---

[1]) Wiegmanns Archiv 1854, B. I, p. 111.

[2]) Sitzungsberichte d. math. phys. Cl. d. Münchener Akad. III, 1873.

Siebold, Über die Parthenogenesis der Artemia salina.

[3]) Zeitschrift f. wiss. Zool., Suppl.-B. zum XXV. B., 1875. Schmankewitsch macht hierzu folgende Bemerkung, pag. 112. „Schwer ist zu sagen, welches die mittlere Concentration des Salzwassers für eine Art von Artemia ist, und zwar deshalb, weil eine etwas verringerte Concentration dem Wachstum des Individuums zwar günstig ist, dessen Vermehrung aber abschwächt, während eine erhöhte Concentration das Gegenteil bewirkt.“

Hiergegen könnte eingewendet werden, dass diese Vergrösserung oder Verkleinerung der Individuen weniger in einem verstärkten oder verzögerten Wachstum ihren Grund hat, als vielmehr auf Endosmose resp. Exosmose des zu verdünnten resp. zu concentrierten Mediums zurückzuführen ist. Es ist schwer denkbar, dass ein Tier rascher wächst, also scheinbar prosperiert und sich dennoch schwächer vermehrt. Von dem besseren Wachstum castrierter Tiere sehe ich natürlich ab. Das raschere Wachstum in einem ungeeigneteren, dünneren Medium ist wohl auf diese Weise zu erklären.

haften Element, welches die Ernährungsweise der Tiere verändert und zugleich in freier Natur das Erscheinen der Männchen bei Formen bewirkt, welchen die Parthenogenesis eigen ist.“

Bei Apus ist bis jetzt die verschiedene Wirkung von Überfluss und Mangel auf die Art der Reproduction noch nicht nachgewiesen, da die Männchen erst seit kurzem entdeckt wurden.

Wir gelangen jetzt zu den so wichtigen Fortpflanzungserscheinungen bei den Cladoceren. Von diesen findet man im Frühjahr und Sommer gewöhnlich nur weibliche Tiere, die sich in zahlreichen auseinander hervorgehenden Generationen parthenogenetisch durch sogenannte Sommer- oder Subitan-eier fortpflanzen. Bei Eintritt des Mangels im Herbst entstehen die Männchen und dann legen die befruchteten Weibchen und nur diese dunkelkörnige, hartschalige Dauer- oder Latenz-eier, von denen jedes nur eine geringe Zahl erzeugen kann. Denn hier kommt es nicht auf Quantität, sondern Qualität derselben an, da sie den Winter überdauern müssen. Schon durch das Auftreten der Männchen wird die Zahl der durchschnittlich vom Individuum erzeugten Eier vermindert. Die parthenogenetische Vermehrung dagegen bewirkte eine möglichst starke Ausnutzung des augenblicklich herrschenden Überflusses.

Bei allen Daphniden wird das Sommer-ei durch Vermittelung eines blasigen Gewebes, welches Blut ansaugt und dem Ei überführt, stark und rasch ernährt [1]), wie um eine möglichst starke Reproduction herbeizuführen. Bei Polyphemus [2]) sind die Sommereier fast dotterlos und bei ihrer Ernährung im Brut-raum wachsen sie auf das zehnfache ihrer frühern Grösse. Wie stark die Vermehrungsfähigkeit solcher Jungferweibchen [3]) ist, geht aus den Beobachtungen Ramdohrs [4]) hervor. „Ein Weibchen von Daphnia longispina, welches isoliert gehalten wurde, lieferte in 19 Tagen etwa 190 Junge, und Ramdohr berechnete daraus die gesammte Nachkommenschaft einer einzigen Daphnia für den Zeitraum von 60 Tagen auf 1 291 370 075 Individuen, eine Zahl, die ich (d. h. Weismann) bei den sehr mässigen Voraussetzungen Ramdohrs mit Gerstäcker eher für zu niedrig halte. Ramdohr

---

[1]) Weismann, Zur Naturgeschichte der Daphniden, pag. 82.

[2]) l. c. pag. 130.

[3]) Dieser Ausdruck ist von Weismann eingeführt.

[4]) Mikrographische Beiträge zur Entomologie und Helminthologie. 1. Beiträge zur Naturgeschichte einiger deutschen Monoclus-Arten Halle 1805. Citiert von Weismann, l. c. p. 187.

zeigte auch durch Versuche, in denen stets ein einzelnes Tier jeder Generation von Geburt an isoliert gehalten wurde, dass von Juni bis in den September zehn auseinander hervorgehende Generationen rein weiblich waren, dass aber die elfte auch Männchen enthielt."

Die Wintereier, an Zahl gering, bilden sich viel langsamer und unter viel tiefer greifenden Resorptionsvorgängen im Ovarium (Leptodora, Moina). Sie sind weit vollkommener, erhalten keine solche Nahrungszufuhr von aussen, wie dies bei den zartwandigen Sommereiern der Fall ist. Ihr Dotter ist bedeutender, wie auch die Schale, welche bei vielen noch durch ein von der Mutter abgesondertes Ephippium verstärkt wird.

Bei Moina[1]) z. B. „geht das Sommerei aus einer einzelnen Keimgruppe hervor, das Winterei aber bedarf einer grossen Anzahl von Keimgruppen, von denen eine die Eizelle enthält, welche durch alle übrigen ernährt wird. Es sind hierzu 48 Keimzellen nötig." Bei Daphnella[2]) besitzt das Winterei eine kolossale Grösse, da es 0,7 mm in der Länge misst, während das Tier 1,0 mm lang ist. Daher wird auch stets nur ein Ei in dem einen Eierstock ausgebildet, während der andere die Anlage eines solchen enthält. An Sommereiern hingegen werden in jedem Ovarium bis zu drei gleichzeitig gebildet, da sie bedeutend kleiner sind.

Die Sommereier werden also in grösserer Zahl produziert und bilden sich weit rascher aus. Alles dies sind nützliche Einrichtungen, welche die Vermehrung während des Überflusses noch verstärken helfen.

Es war bereits früher theoretisch erörtert worden, dass eine Mehrproduction von Weibchen besonders für solche Tiere nützlich ist, welche rasch geschlechtsreif werden, bei denen also diese Weibchen zur Verstärkung der Vermehrung beitragen können, so lange der Überfluss noch andauert. Bei den Daphniden und den später zu besprechenden Tieren sehen wir nun, dass die Sommergenerationen die Eigenschaft erlangt haben, rascher geschlechtsreif zu werden. Bei Evadne sind z. B. die noch im Brutraum befindlichen Jungen vor der Geburt schon trächtig (Claus).

Spencer[3]) macht darauf aufmerksam, dass, wie die geringere Zahl der befruchtungsfähigen Eier zeigt, die Nahrungs-

[1]) l. c. pag. 98.
[2]) l. c. pag. 108.
[3]) Principien der Biologie. Übers. v. Vetter, pag. 249.

menge, welche während einer gegebenen Periode auf die Gamogenesis verwendet wird, bedeutend geringer ist als die Masse, welche während der gleichen Periode zur Agamogenesis verwendet wird. „Wir sehen, dass die Agamogenesis durch die grosse Menge ihrer Producte einen beträchtlichen Überschuss der Ernährung erfordert, während die Gamogenesis nur eines kleinen Überschusses der Ernährung bedarf; und somit können wir kaum daran zweifeln, dass die eine oder andere Fortpflanzungsweise eintritt, jenachdem die äussern Bedingungen für die Ernährung günstig sind oder nicht.“ Obwohl Spencer zu dem richtigen Resultat gekommen ist, so war doch wohl die Art und Weise, wie er schloss, nicht ganz zutreffend. Bei besserer Ernährung kann eine stärkere Vermehrung eintreten. Aber es wurde schon früher darauf hingewiesen, dass ja auch alle übrigen Teile des Körpers, z. B. die Sinnesorgane, auf Ernährungsschwankungen reagieren könnten. Dies thun sie aber nicht. Es ist vielmehr eine besondere nützliche Eigenschaft, dass gerade der Genitalapparat so empfindlich gegen Veränderungen der Ernährung ist, dass die Reproduction also den Existenzbedingungen gemäss reguliert wird.

Beobachtungen über Entstehung des Geschlechtes bei den Cladoceren sind schon sehr viele angestellt worden. Nach Zenker finden sich auch im Frühjahr einzelne Männchen, wie bei Artemia. Der eigentliche Überfluss fällt ja erst in den Sommer. W. Kurz[1]), der eine grosse Menge Cladoceren Böhmens untersuchte, bemerkte, dass die Männchen nicht blos im Herbst, sondern auch zuweilen im Frühjahr, im April, auftreten. Selbst mitten im Sommer fand er Männchen, aber nur in Tümpeln, die dem Austrocknen nahe waren. Dies brachte ihn auf die Idee, den Vorgang des Austrocknens künstlich nachzumachen, was ihm auch vollständig gelang. Er kam zu dem Schluss, dass erst dann Männchen produziert werden, wenn das Wasser „zum Lebensunterhalt quantitativ oder qualitativ unzureichend wird. Dieses tritt ein, wenn 1. das Wasser austrocknet, 2. sich chemisch ändert, 3. einen unzuträglichen Temperaturgrad erreicht“ oder allgemein ausgedrückt, wenn die Prosperität abnimmt. Auf diese Weise erhielt er über 40 bis dahin unbekannte Männchen[2]). Beim ersten Auftreten der Männ-

---

[1]) Sitzungsberichte d. k. Ak. d. Wiss. Wien 1874, LXIX.

[2]) Sitzungsberichte d. k. Ak. d. Wiss., Wien 1875, LXX, pag. 7. Kurz, Dodekas neue Cladoceren nebst einer kurzen Übersicht der Cladocerenfauna Böhmens.

chen fand er auch Zwitter, worauf die Besprechung weiter unten noch einmal zurückkommen wird. Auch Schmankewitsch[1]) kam bei der künstlichen Züchtung nicht isolierter Weibchen von Daphnien zu dem Resultat, dass die Männchen erst an den äussersten Grenzen der für das Leben der Art günstigen Beschaffenheit des umgebenden Elementes erscheinen, z. B. sowohl bei zu niederer als zu hoher Temperatur.

„Züchtet man die Süsswasserart Daphnia magna Leydig in schwach salzigem Wasser, welches dieselbe gut verträgt, so erscheinen bei dieser nach verhältnissmässig schneller Erhöhung der Concentration des Salzwassers die Männchen und befruchtete Eier.

Die Daphnia rectirostris hört mitten im Sommer bei zu starker Concentration des Salzwassers auf, sich parthenogenetisch zu vermehren und trägt wie vor dem Winter befruchtete Eier.

Überhaupt rief ich während der künstlichen Zucht bei der Daphnia das Erscheinen der Männchen sowohl durch rasche Verstärkung der Concentration, als auch durch schnelle Erhöhung der Temperatur hervor."

Soweit Schmankewitsch; etwas hinzuzufügen, dürfte wohl unnötig sein; diese Experimente sind beweisend. Die Versuche von Weismann können erst später besprochen werden.

Ein weiteres treffendes Beispiel bieten uns die Aphiden. Im sommerlichen Überfluss pflanzen sich diese parthenogenetisch fort. Die Weibchen entbehren sogar des Receptaculums. Es ist also bereits eine vollständige Anpassung an den Ausfall der Befruchtung eingetreten. Die Eier entwickeln sich in den langen Eileitern und die Jungen werden lebendig geboren. Bei eintretendem Mangel entstehen Männchen und begattungsfähige Weibchen. Auch hier sollen Männchen im Frühjahr nachgewiesen worden sein, nämlich durch Derbès für Pemphigus terebinthi. Wir sehen also die grösste Ähnlichkeit mit den Vorgängen bei den Daphniden. Dass die Thelytokie bei den Aphiden nur durch den Überfluss hervorgerufen ist, mit ihm entsteht und vergeht, ist durch verschiedenfache Experimente bewiesen worden[2]). Bonnet (1732) sah neun Sommer-Generationen einander folgen. Kyber hielt Kolonien von Aphis Rosae und Dianthi in einem ge-

[1]) Zeitschrift f. wiss. Zool., Suppl.-B. z. XXV. B. 1875.
[2]) Kosmos, B. VII, p. 309.

heizten Zimmer und sah sie während vier Jahre sich fortpflanzen, ohne dass sie eine einzige geschlechtliche Generation hervorbrachten. „Die Geschwindigkeit der agamischen Vermehrung während der ganzen Periode aber war direct proportional der Summe von Wärme und Nahrung, welche ihnen zugeführt wurde“ [1]). Ebenso wie man mittelst der künstlichen Verlängerung des Überflusses die parthenogenetische Fortpflanzung verlängern kann, so kann man sie auch durch künstlich herbeigeführten Mangel abkürzen.

Landois [2]) gelang es, durch allmählich herbeigeführte Kälte und künstliches Absterbenlassen der Nahrungspflanzen die lebendig gebärenden Blattläuse zum Verschwinden und dafür die geschlechtliche Generation zum Auftreten zu bringen.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei Phylloxera. Im Frühling und Sommer sehen wir 5 bis 8 parthenogenetisch sich fortpflanzende Generationen. Im Herbst aber werden Eier gelegt, grosse und kleine. Aus ersteren gehen Weibchen hervor, aus letzteren darmlose Männchen. Nach der Begattung legen die Weibchen nur ein einziges Winterei ab. Experimente sind noch nicht angestellt worden der grossen Schädlichkeit der Tiere wegen.

Ein besonders bemerkenswertes Verhalten zeigt sich uns unter den Schmetterlingen bei Bombyx mori. Die Eier können sich parthenogenetisch entwickeln und liefern Junge, deren Geschlecht ungefähr gleich verteilt ist. Hierzu eignen sich aber nur die im Sommer gelegten Eier. Diese zeigen auch kein Latenzstadium, sondern entwickeln sich sofort, sie können daher wohl auf den Namen Sommer- oder Subitan-eier Anspruch machen [3]). Zur Überdauerung des Winters eignen sich nur solche Eier, die aus geschlechtlicher Vermischung hervorgegangen sind, aus unbefruchteten entwickelt sich im Winter niemals eine Raupe. Wir haben also hier die erste Entstehung der thelytokischen Parthenogenesis. Befruchtungsfähige, aber nicht befruchtete Eier

---

[1]) Citiert von Spencer, Principien der Biologie, übers. v. Vetter, Band 2, pag. 502.

[2]) Zeitschrift f. wiss. Zool. XVII, 1867.
Landois, Über das Gesetz der Entwickelung der Geschlechter bei den Insecten.
Siebold, Zusatz hierzu, pag. 529.

[3]) Hensen, Phys. d. Zeugung, pag. 164 (Hermanns Handb. d. Phys.). Annales d. sc. nat., T. XII, 1859, p. 312. Barthélémy, „Études et Considérations générales sur la Parthénogenèse“.

entwickeln sich entweder gar nicht oder nur zu Männchen; hört aber die Befruchtungsbedürftigkeit infolge des Eintritts von Überfluss allmählich auf, wie es bei Bombyx im Sommer der Fall ist, so entstehen auch Weibchen; denken wir uns den Überfluss gesteigert, so würden immer mehr Weibchen auftreten, bis wir zuletzt zu einer vollständig thelytokischen Parthenogenesis gelangen würden.

Dieselbe Erscheinung zeigt auch die Geschlechtsproduction von Nematus ventricosus. Wenn bei einem künstlichen Mangel an Männchen die Eier sich unbefruchtet entwickeln, so entstehen fast nur Männchen. Aber es treten doch auch einige Weibchen auf und zwar nur während des Überflusses, im Frühling und Herbst nicht. Es ist dies also die erste Neigung der Arrenotokie, in Thelytokie überzugehen, bewirkt durch Nahrungsüberfluss. Die Tabelle, welche bei Besprechung der Arrenotokie gegeben wurde und welche die Resultate der Experimente Siebolds wiedergiebt, zeigt dies sehr deutlich.

Den umgekehrten Process haben wir im Herbst bei den Aphiden, Daphnien und verwandten Tieren gesehen. Im Sommer war infolge des Überflusses keine Befruchtungsbedürftigkeit vorhanden, vielmehr vermehrten sich die Tiere mittelst fortgesetzter Parthenogenesis. Im Herbst aber ist dies nicht mehr möglich und wir sehen daher die Tiere in die Fortpflanzungsart von Bombyx eintreten, sie produzieren parthenogenetisch beide Geschlechter.

Bei Liparis dispar, ebenfalls zu den Bombycinen gehörig, soll dieselbe Art der Parthenogenesis wie bei Bombyx beobachtet sein.

Von Psyche wurde das Männchen erst vor kurzem in den Alpen aufgefunden [1]). Letzteres ist auffallend kleiner, so dass Claus [2]) an den Raupen die Geschlechter bereits erkennen konnte. Auf die Ernährungsverhältnisse hat man bis jetzt nicht geachtet.

Von Solenobia triquestrella, zu den Tineiden [3]) gehörig, wurde das Männchen lange vergeblich gesucht. Alle künstlich gepflegten Generationen lieferten nur Weibchen, bis endlich die

---

[1]) Siebold, Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden. Leipzig 1871. IV. Zur Parthenogenesis der Psyche Helix, pag. 132.

[2]) Zeitschrift f. wiss. Zool., XVII. B., 1867. Claus, „Über das Männchen von Psyche Helix“, pag. 475.

[3]) Siebold l. c. V. Zur Parthenogenesis der Solenobia triquestrella und Lichenella, pag. 148.

Männchen in der Natur gefunden wurden und zwar alle in demselben Landstrich, im Reichswald bei Erlangen und Nürnberg.

Die Weibchen dieser Tiere sind noch befruchtungsfähig und zwar erweist sich die Befruchtung ohne Einfluss auf das Geschlecht; denn, wie Rolph[1]) erwähnt, schlüpften aus 14 befruchteten Eiern einer Solenobia 14 Weibchen aus. Es geht hieraus also klar hervor, dass es nicht das Ausbleiben der Befruchtung ist, welches die Thelytokie herbeiführt.

Eine Zeit lang war man nämlich der Ansicht, dass bei einigen Tieren die Nichtbefruchtung zum männlichen, die Befruchtung zum weiblichen Geschlecht bestimme, dass bei andern aber umgekehrt die Nichtbefruchtung zum weiblichen, die Befruchtung zum männlichen Geschlecht bestimme. Die erstere Ansicht ist richtig, da die Nichtbefruchtung, die einem Mangel an Männchen entspricht, zum männlichen Geschlecht bestimmt und umgekehrt. Die zweite Ansicht indessen wird durch die Thatsachen widerlegt. Wenn die thelytokischen Weibchen erst der Befruchtung bedürften, um männliche Tiere hervorzubringen, so könnten, wenn kein Männchen im Sommer z. B. bei den Aphiden mehr vorhanden ist, auch im Herbst keine wieder produziert werden, was doch geschieht.

Bei der Thelytokie ist es also im Gegensatz zur Arrenotokie nicht der Ausfall der Befruchtung, sondern ein ganz anderes Moment, welches die Bestimmung des Geschlechtes bedingt. Und zwar ist es, wie gezeigt wurde, die schwankende Ernährung. Während bei der Arrenotokie es sich nur um Befruchtung oder Nichtbefruchtung bei der Entstehung des Geschlechtes handelt, ist bei der Thelytokie ein anderer Umstand massgebend; denn aus den unbefruchteten Eiern gehen je nach der Ernährung nur Weibchen oder beide Geschlechter hervor. In dieser Verschiedenheit der Ursachen liegt der fundamentale Unterschied von Thelytokie und Arrenotokie.

Von den Cynipiden züchtete Hartig[2]) durch künstliche Pflege von einer Art gegen 10000, von einer andern gegen 400 Individuen, ohne ein Männchen zu erhalten. Die jedenfalls sehr gut genährten Weibchen machten sich gleich nach dem Ausschlüpfen daran, schon wieder Eier zu legen, die sich wieder zu Weibchen entwickelten und sofort in ausserordentlicher Vermehrung. Dasselbe bestätigen andere Forscher.

[1]) Rolph, Biologische Probleme, pag. 112.

[2]) Seidlitz, Die Parthenogenesis und ihr Verhältniss zu den übrigen Zeugungsarten im Tierreich. Leipzig 1872, p. 23.

Die weiblichen Gallwespen Spathegaster baccarum[1]) legen im Herbst befruchtete Eier, aus denen im Frühjahr andere Weibchen hervorgehen, die sich infolge des sommerlichen Überflusses parthenogenetisch vermehren. Dass nun diese continuirliche Weibchenproduction nur eine Folge des Überflusses ist, geht daraus hervor, dass man durch künstliche Mittel eine scheinbar unbegrenzte Zahl von Generationen viviparer Weibchen aufeinander folgen lassen kann, indem man einfach den Überfluss durch Zufuhr von Wärme und Nahrung beliebig lang unterhält. Im Freien dagegen erzeugen die viviparen Weibchen im Herbst bei eintretendem Mangel Männchen und Weibchen, die alsdann überwinternde Eier ablegen.

Mit Hülfe der folgenden Beobachtungen von Adler[2]) mag noch einmal der Unterschied zwischen Arrenotokie und Thelytokie erläutert werden.

„Pteromalus puparum legt seine Eier in die Puppen verschiedener Tagfalter, wie Vanessa Io, polychloros, urticae, Pieris rapae etc. Eine einzige Puppe liefert oft hundert und mehr dieser kleinen Wespen, so dass es nicht schwer ist, sie in genügender Zahl zu ziehen. Da bei diesen Zuchten die Männchen regelmässig zuerst erscheinen, ausserdem leicht von den Weibchen zu unterscheiden sind, so kann man ohne Schwierigkeit die Geschlechter trennen und eine Copula verhindern. Bringt man dann die unbefruchteten Weibchen auf Tagfalter-Puppen, so beginnen sie gewöhnlich bald dieselben anzustechen. Ich habe diese Versuche mehrfach angestellt und dabei im Allgemeinen das Resultat erhalten, dass von den unbefruchteten Weibchen vorzugsweise nur Männchen erzeugt werden. Ich lasse die Resultate eines Versuches folgen.

Im Frühjahr 1876 hatte ich eine Anzahl Puppen von Pieris Brassicae eingesammelt, welche von Pteromalus puparum angestochen waren. Gleichzeitig hatte ich Raupen von Vanessa urticae gezogen, welche sich im Juni verpuppten. Diese Puppen wurden von unbefruchteten Weibchen angestochen. Um ganz sicher zu sein, hatte ich nachher noch das Receptaculum seminis untersucht und wusste desshalb mit Bestimmtheit, dass eine Copula

---

1) Handbuch d. vergl. Embryologie v. Fr. M. Balfour, I. B., 2. Hälfte, p. 406.

2) Zeitschrift für wiss. Zool. XXXV, 1881, pag. 241.
Adler, Über den Generationswechsel der Eichen-Gallwespen.

nicht stattgefunden hatte. Die angestochenen Puppen lieferten folgendes Resultat:

1. Puppe: 124 ♂ 3. Puppe: 75 ♂ und 5 ♀
2. Puppe: 62 ♂ 4. Puppe: 45 ♂ und 4 ♀

Ich habe mit beiden Arten Rhodites rosae und Eglanteriae Zuchtversuche angestellt. Erstere Art habe ich zu hunderten gezogen und dabei auch das von andern erzielte Resultat erhalten, dass Männchen in sehr geringer Zahl vorkommen etwa 2 auf 100. Bei dieser grossen Seltenheit der Männchen bleiben die Weibchen regelmässig unbefruchtet. Zuchtversuche bestätigen dies, denn alle Wespen beginnen bald nach dem Verlassen der Gallen ihre Eier abzusetzen. Die wenigen noch immer vorkommenden Männchen sind überflüssig geworden und man kann wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass sie im Laufe der Zeit vollständig eingehen werden. Bei einer andern Art Rhodites Eglanteriae sind ebenfalls noch einzelne Männchen beobachtet worden. Ich habe bei wiederholten Zuchten nur Weibchen erhalten."

Bei Rhodites findet demnach meistens keine Befruchtung statt. Wenn diese also ausbleibt, so handelt es sich nicht um einen anomalen Mangel an Männchen, denn es sind ja stets nur verschwindend wenig derselben vorhanden. Daher tritt auch keine Mehrgeburt von Männchen ein.

Ganz anders verhält sich dagegen Pteromalus. Bei dieser Wespe sind normaler Weise stets Männchen und Weibchen vorhanden. Wenn man nun künstlich eine Copulation dadurch verhindert, dass man die früher erscheinenden Männchen von den später erscheinenden Weibchen trennt, so stellt man damit einen anomalen Mangel an Männchen her. Die Folge dieses Mangels an Männchen ist die Arrenotokie, d. h. die ausschliessliche oder fast ausschliessliche Production von Männchen aus unbefruchteten Eiern.

Auch das verschiedene Verhalten zweier Nematusarten kann zur Erläuterung dienen. Bei Nematus ventricosus kommen normal Männchen und Weibchen in ungefähr gleicher Zahl vor. Verhindert man aber die Befruchtung, so gehen, nach Siebold[1]), bei diesem künstlichen anomalen Mangel an Männchen fast nur Männchen aus den Eiern hervor. Dasselbe soll nach Bertkau

---

[1]) Siebold, Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden. III. Parthenogenesis bei Nematus ventricosus, pag. 106—130.

[2]) Archiv für Naturg., 41. Jahrg., II, p. 200.

für Nematus pavidus gelten. Ganz anders verhält sich aber Nematus Vallisnierii nach Adler[1]).

„Im Herbste 1876 war eine grössere Anzahl der bekannten bohnenförmigen Gallen dieser Art, welche sich oft in grosser Menge auf Salix amygdalina finden, eingesammelt worden. Im Mai 1877 erzog ich die Wespen und überzeugte mich, dass es nur Weibchen waren. Zur weiteren Beobachtung brachte ich sie auf kleine Weidenschösslinge, welche in Töpfe gesetzt waren. Die Wespen begannen auch sehr bald in die zarten Blättchen der Spitzentriebe zu sägen und ihre Eier hineinzulegen. Anfangs Juli enthielten die Gallen bereits die ausgewachsenen Larven, die sich zum Verpuppen in die Erde begaben. Nach sehr kurzem Puppenstadium erschienen bereits am 27. Juli die ersten Wespen. Es waren wieder nur Weibchen, die auch bald anfingen, ihre Eier abzusetzen.“ Wenn also wirklich, wie es hier der Fall zu sein scheint, jährlich zwei Generationen erscheinen, die sich ohne oder nur selten mit Begattung fortpflanzen, so kann, wenn eine Copulation nicht stattfindet, von einem anomalen Mangel an Männchen nicht die Rede sein. Wohl aber ist dies der Fall bei N. ventricosus und pavidus, wo der Mangel an Männchen auf künstliche Wege hervorgerufen wird und Arrenotokie zur Folge hat.

Einen eigentümlichen Wechsel von Parthenogensis und geschlechtlicher Fortpflanzung treffen wir bei den Eichen-Gallwespen. Die umfassenden und sorgfältigen Untersuchungen von Adler[2]) haben hierüber die nötige Aufklärung geschafft. Der Lebenslauf dieser Tiere ist im allgemeinen kurz folgender. Im Frühling, nämlich Mai und Juni bemerkt man an den Eichen Gallen, aus denen im Juli Wespen ausschlüpfen. Diese sind geschlechtlich und legen befruchtete Eier in die Eichenblätter. Die Gallen, die sich infolge dessen bilden, findet man im Juli, August, September. Aus diesen geht eine ungeschlechtliche Generation hervor, welche in der abgefallenen Galle selbst oder in der Erde überwintert. Im Frühling legen diese Weibchen ihre unbefruchteten Eier ab, aus denen im Sommer wieder die geschlechtliche Generation hervorgeht.

Zunächst ist hier festzustellen, wann das Geschlecht durch die Ernährung dieser Tiere beeinflusst wird. Dies kann nur während des Larvenzustandes in der Galle stattfinden, aus dem Grunde,

---

[1]) l. c. pag. 240.

[2]) Zeitschrift f. wiss. Zool. XXXV, 1881, pag. 151.

weil alle diese Wespen im ausgebildeten Zustande überhaupt keine Nahrung mehr, sondern nur noch Wasser zu sich nehmen. Es fragt sich nun, welche Larven besser genährt sein werden, die im Frühling oder die im Herbst lebenden. Es scheint, als ob dies bei letzteren der Fall wäre; denn sie bilden sich weit kräftiger aus. Infolge der besseren Ernährung werden diese Tiere zu Weibchen. Sie zeigen auch noch sonstige Eigenschaften, welche auf eine reichliche Ernährung schliessen lassen. Sie haben im allgemeinen mehr Eier, und zwar ist die Zahl der Eifächer sowohl wie die der in jedem Fache enthaltenen Eier eine grössere als dies bei der andern Generation der Fall ist. Wir dürfen also wohl annehmen, dass die bessere Ernährung im Herbst die Larven zum weiblichen Geschlecht bestimmt. Die Ernährung im Frühling ist, wie man aus diesen Verhältnissen schliessen kann, eine weniger gute und daher ist die Sommergeneration aus Männchen und Weibchen zusammengesetzt.

Indessen kommt hier die Ernährung nicht allein in betracht, sondern es sind zwei Momente, welche hier gemeinsam nach derselben Richtung wirken. Dieser zweite Umstand ist der, ob das Ei befruchtet ist oder nicht. Wir wissen, dass unter normalen Ernährungsverhältnissen aus unbefruchteten Eiern mehr Männchen hervorgehen als aus befruchteten. Und hier sehen wir, dass aus den befruchteten nur Weibchen, aus den unbefruchteten Männchen und Weibchen hervorgehen. Wir haben es hier also nicht etwa mit reiner Thelytokie, sondern mit einer Parthenogenesis zu thun, die sich schon mehr der Arrenotokie nähert. Dies wird bestätigt durch die anatomische Untersuchung der Weibchen. Wir hatten früher gesehen, wie die thelytokischen Weibchen ihre Befruchtungsfähigkeit aufgeben, da die Männchen für sie überflüssig geworden sind. Die arrenotokischen dagegen sind stets befruchtungsfähig und werden unter normalen Verhältnissen stets befruchtet; nur bei einem anomalen Männchenmangel unterbleibt die Befruchtung und es gehen aus den unbefruchteten Eiern nur Männchen hervor. Dass wir es hier mit einem Übergang von Arrenotokie zur Thelytokie zu thun haben, wird durch die anatomischen Verhältnisse bestätigt; denn auch bei den parthenogenetischen Wespen kommt das Receptaculum seminis vor, aber es zeigt bereits eine gewisse Atrophie. Auch das Verhalten der Wespen spricht hierfür, wie aus den Beobachtungen Adlers hervorgeht. Die geschlechtlichen Weibchen nämlich schieben bald nach dem Verlassen der Galle ihren ganzen Stachelapparat hervor, und warten auf

diese Weise die Copula ab. Genau ebenso benimmt sich die ungeschlechtliche Generation. Auch diese Weibchen schieben ihren Stachelapparat hervor und verbleiben eine Zeit lang in dieser Stellung, wie wenn sie die Copula abwarteten. Infolge des Mangels an Männchen tritt aber keine Befruchtung ein und aus den Eiern gehen mehr Männchen hervor als aus den befruchteten, die sich ja sämmtlich weiblich entwickelten. Es wirken also hier zwei Momente nach derselben Richtung. Aus den befruchteten Eiern gehen gut ernährte Larven hervor und bilden sich zu Weibchen aus. Die infolge von Mangel an Männchen unbefruchtet gebliebenen Eier liefern Larven, die weniger gut ernährt werden. Aus ihnen gehen Männchen und Weibchen hervor.

Dies sind die allgemeinen Lebensverhältnisse, wie sie für folgende Wespen gelten: Neuroterus lenticularis und Spathegaster baccarum, N. laeviusculus und S. albipes, N. numismatis und S. vesicatrix, N. fumipennis und S. tricolor; Aphilotrix radicis und Andricus noduli, Aph. Sieboldii und An. testaceipes, Aph. corticis und An. gemmatus, Aph. globuli und An. inflator, Aph. collaris und An. curvator, Aph. fecundatrix und An. pilosus, Aph. collidoma und An. cirratus, Aph. Malphigii und An. nudus, Aph. autumnalis und An. ramuli, Diophanta scuttelaris und Spathegaster Taschenbergi, D. longiventris und S. similis, D. divisa und S. verrucosus, Biorhiza aptera und Teras terminalis, B. renum und Trigonaspis crustalis, Neuroterus ostreus und Spathegaster aprilinus. Der erste Name bedeutet die parthenogenetische, der zweite die geschlechtliche Generation. Dieser Generationswechsel dauert bei einigen ein Jahr, bei andern zwei bis drei Jahre. Von Aphilotrix seminationis, A. marginalis, A. quadrilineatus, A. albopunctata ist bis jetzt nur die ungeschlechtliche Fortpflanzung bekannt.

Trotzdem nun bei den übrigen Tierclassen die geschlechtlichen Verhältnisse noch wenig aufgeklärt sind, so bemerken wir doch eine grosse Übereinstimmung mit den besprochenen Erscheinungen bei den Arthropoden. Unter den Würmern sehen wir bei den Rhabdocoelen Turbellarien[1]) die Einrichtung von Sommer- und Wintereiern. Die im Überfluss produzierten Sommereier sind durchsichtig, von einer zarten Hülle umgeben und entwickeln sich bereits im mütterlichen Körper; es liegt also die grösste Analogie mit den Vorgängen bei den Daphniden und andern vor. Die

[1]) 14. Jahresbericht der Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde. Schneider, Untersuchungen über Plathelminthen.

Wintereier dagegen sind hartschalig und werden nach geschlechtlicher Mischung produziert. Experimente über den Einfluss der Nahrung auf die Art der Reproduction sind noch nicht angestellt.

Die Reproductionsverhältnisse bei den Rädertieren sind bereits besser bekannt. Im sommerlichen Überfluss pflanzen sie sich parthenogenetisch mittelst dünnschaliger Sommereier fort. Bei Eintritt des Mangels geht aus ihnen auch das Geschlecht des Mangels, die Männchen, hervor, welche sehr viel kleiner sind, keine Nahrung aufnehmen und nur kurze Zeit leben. Alsdann legen die befruchteten Weibchen dickschalige, oft dunkler gefärbte Wintereier, die noch mit einer zweiten äusseren Schale umgeben sind. Bei Hydatina Senta kann gleich an der Form der Eier erkannt werden, welches Geschlecht sich hieraus entwickeln wird. Die weiblichen sind bedeutend grösser als die kleinen männlichen. Ehrenberg hielt daher die beiden Geschlechtstiere für ganz verschiedene Tiere. Nach Cohn [1]) findet man die Männchen im Frühling und besonders im Herbst, die Weibchen im Frühling und besonders im Sommer. Wintereier werden daher auch während des Mangels im Frühling erzeugt, obwohl spärlicher als im Herbst. Merkwürdig ist, dass eine Mutter stets nur einerlei Eier produziert, in einem Tier scheinen also alle vorhandenen Eier gleich stark ernährt zu werden. Von den Wintereiern werden, wie man erwarten konnte, auch weniger erzeugt, von Conochilus Volvox z. B. stets nur eins [2]). Cohn [3]) stellte auch Versuche an durch Isolieren der Kolonien; er sagt darüber: „Ohne Zweifel erleiden die Kolonien durch die Kultur im kleinen Raume eine Veränderung vermutlich durch Mangel an hinreichender Nahrung, welche sich zunächst dadurch äussert, dass die Kolonien weniger zahlreich, die Tiere bedeutend kleiner werden und meist unentwickelte Eierstöcke enthalten. Dabei vermehrt sich die Zahl der Wintereier auffallend; dazwischen werden einzelne männliche bemerkt; doch fehlen die Sommereier nicht gänzlich. Frisch gefangen trugen die Conochilus-Weibchen dagegen der Mehrzahl nach nur weibliche Sommereier, doch auch dazwischen fanden sich vereinzelte Tiere mit männlichen Eiern.“ Diese Experimente sind sehr über-

---

[1]) Zeitschrift f. wiss. Zool., 7, 1856. Cohn, Über die Fortpflanzung der Rädertiere.

[2]) Zeitschrift f. wiss. Zool., XII, 1863. Cohn, Bemerkungen über Rädertiere.

[3]) Zeitschrift f. wiss. Zool., XII, 1863. Cohn, Bemerkungen über Rädertiere.

zeugend. Bei höhlenbewohnenden Rädertieren fand sich kein Unterschied zwischen Winter- und Sommereiern. Es lässt sich dies wohl darauf zurückführen, dass für sie ein Wechsel der Jahreszeiten gar nicht oder nur wenig hervortritt [1]).

Bei Generationswechsel finden wir häufig eine frei lebende und eine parasitirende Generation. Zeigt sich nun Parthenogenesis, so wird sich diese bei den besser genährten Parasiten finden. Ein Beispiel für diese Heterogonie bietet uns Ascaris nigrovenosa. Die geschlechtliche Rhabditisgeneration lebt im schlammigen Wasser. Aus der befruchteten Mutter entwickeln sich 2—4 Embryonen, welche später durch den Mund in die Lunge des Frosches gelangen. Hier in der Lunge inmitten des Blutes eines höheren Tieres herrscht jedenfalls ein grösserer Überfluss an Nahrung als im schlammigen Wasser. Es darf uns daher nicht wundern, dass das Tier hier parthenogenetische Brut erzeugt; diese gelangt später durch den Darm wieder nach aussen.

Aus alle den angeführten Thatsachen geht folgendes als unzweifelhaft hervor. Bei der Parthenogenesis sind hauptsächlich zwei Momente von Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes. Der Ausfall der Befruchtung bei einem anomalen Mangel an Männchen und bei ungefähr gleichbleibenden Ernährungsverhältnissen bewirkt eine fast ausschliessliche Production von Männchen (Arrenotokie). Diese gewährt den Nutzen, den Mangel an Männchen sofort wieder auszugleichen. Der Überfluss dagegen führt wie immer so auch hier eine Mehrgeburt von Weibchen herbei. Bei einigen Tieren sehen wir daher, wie unter normalen Ernährungsverhältnissen und einem Ausfall der Befruchtung fast nur Männchen erzeugt werden. Unter günstigen Bedingungen treten dagegen auch Weibchen auf, und zwar desto mehr, je günstiger die Existenzbedingungen beschaffen sind. Denken wir uns die Wirkung des Überflusses immer stärker werdend, so haben wir den Übergang zur Thelytokie. Es werden nur Weibchen geboren und eine kolossale Vermehrung tritt ein. Dies findet jedoch nur so lange statt, als die Ursache dazu, nämlich der Überfluss, andauert. Hört dieser auf, so verschwindet auch seine Wirkung. Aus den unbefruchteten Eiern gehen nicht mehr ausschliesslich Weibchen, sondern auch Männchen hervor. Unter ungünstigeren Verhältnissen, wenn die Wirkung des Überflusses ausfällt, beginnt

---

[1]) Zool. Anzeiger, 1879. Joseph, Zur Kenntniss der in den Krainer Tropfsteingrotten einheimischen Rädertiere, p. 61.

die Wirkung des Ausfalls der Befruchtung, die einem Mangel an Männchen entspricht, wieder hervorzutreten. Mit dem Überfluss verschwindet die Thelytokie und es finden Männchengeburten statt. Denken wir uns diese immer weiter gehend, so würden wir zur Arrenotokie gelangen. Arrenotokische wie thelytokische Parthenogenesis sowie auch die Übergänge von der einen zur andern haben wir in der Natur vorgefunden. Und gerade diese Übergänge zeigten uns unzweifelhaft, dass es der Überfluss ist, welcher die Thelytokie, und der anomale Mangel an Männchen, der die Arrenotokie herbeiführt.

dd. Knospung und Teilung.

An die Erörterung der Thelytokie soll sich die der Knospung und Teilung anschliessen; denn auch sie ist eine ungeschlechtliche Vermehrung und als solche von den Ernährungsverhältnissen abhängig.

Auch in bezug auf die Zahl der Männchen herrschen dieselben Verhältnisse wie bei der Thelytokie. Es kann eine starke Vermehrung stattfinden, ohne dass die Männchen stärker geschlechtlich beansprucht würden und hierdurch das normale Sexualverhältniss wiederherstellen könnten. Der anomale Weibchenüberschuss kann also bestehen bleiben. Und mit Hülfe desselben findet während des Überflusses eine ausserordentlich starke Vermehrung statt.

Bei den Chaetopoden findet geschlechtliche sowohl wie ungeschlechtliche Fortpflanzung statt; indessen sind die Ernährungsverhältnisse noch vollständig unaufgeklärt. Nach einigen Autoren soll bei den Naiden die ungeschlechtliche Knospung im Frühling und Sommer stattfinden, im Herbst dagegen das Geschlechtssystem sich ausbilden. Nach Semper[1]) sollen jedoch beide Fortpflanzungsarten das ganze Jahr hindurch nebeneinander vorkommen. Auch bei Chaetogaster fand er dies. Indessen scheint die Knospung im Sommer stärker zu sein, er fand nämlich im August und September fast nur Zooïde mit 4 Rumpfsegmenten, im October meist solche mit 3, im Frühjahr wieder solche mit 4 und im Juni sogar eins mit 5 Segmenten.

Experimente über ungeschlechtliche Fortpflanzung sind mit Hydra vielfach angestellt. In der Natur findet diese, die Knos-

---

[1]) Arb. a. d. Zool. Inst. zu Würzburg. IV. B., 1877—1878. Semper, Beiträge zur Biologie der Oligochaeten.

pung, nur im Frühling und Sommer statt, im Herbst aber zur Zeit des Mangels tritt die geschlechtliche Fortpflanzung auf. Die Knospenbildung hört auf und an Stelle derselben entstehen Eier. Schon oben wurde erwähnt, wie sehr die Stärke der Knospung von der Nahrungszufuhr abhängig ist. Marshall[1]) hat gezeigt, dass bei sehr gut ernährten Individuen sogar eine unnatürlich starke Knospung eintritt. Lässt man die Tiere dagegen hungern, so hört diese sofort auf und die schon gebildeten Knospen können sogar wieder resorbiert werden. Bei guter Ernährung findet stets ungeschlechtliche, niemals aber geschlechtliche Fortpflanzung durch Eier statt. Erst im Herbst tritt diese ein, wenn die Süsswasserkrebschen, die ihr Futter bilden, anfangen weniger häufig zu werden.

Knospung verbunden mit Generationswechsel findet sich bei den Salpen. Die eine Generation vermehrt sich ungeschlechtlich, die andere aber mittelst Geschlechtsproducte. Es drängt sich die Vermutung auf, dass die beiden Generationen unter verschiedenen Ernährungsbedingungen leben. Und in der That ist ein solcher Schluss gerechtfertigt.

Wenn man ein solitär lebendes Individuum mit einer Gruppe von solchen in bezug auf die Ernährungsverhältnisse vergleicht, so ergiebt sich, dass infolge der Concurrenz, die sich letztere gegenseitig machen, jedes einzelne Tier viel weniger Nahrung erhalten kann, als wenn es für sich allein lebte. Bei den Salpen scheint auch die Grösse der Tiere dadurch bedingt zu sein. Die schlechter genährten Kettensalpen sind bedeutend kleiner als die wohlgenährten grossen solitären Tiere.

Damit in Übereinstimmung steht auch die Art der Reproduction. Die prosperierende solitäre Generation vermehrt sich auf ungeschlechtlichem Wege, die weniger gutgenährten Kettensalpen dagegen erzeugen die beiden Geschlechtsproducte. Es sind dies also dieselben Erscheinungen, wie wir sie bereits bei Ascaris nigrovenosa kennen gelernt hatten. Die im Überfluss lebende Generation vermehrt sich parthenogenetisch, die weniger gut genährte dagegen pflanzt sich geschlechtlich fort.

Noch bei einer grossen Menge von Tieren ist ein Wechsel

[1]) William Marshall, Über einige Lebenserscheinungen der Süsswasserpolypen und über eine neue Form von Hydra viridis. Z. f. w. Z. XXXVII, 4. Heft, p. 668.

von ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Fortpflanzung bekannt, z. B. bei den Coelenteraten, aber über ihre Ernährungsverhältnisse wissen wir so viel wie nichts. Bis jetzt hat die Morphologie allein die Forscher so in Anspruch genommen, dass sie den Lebensverhältnissen der Tiere nur wenig Beachtung schenken konnten.

Indessen tritt uns bei einem Teil der Coelenteraten eine sehr interessante Erscheinung entgegen. Bei den Hydroidmedusen haben wir Polypenstöcke, welche sich ungeschlechtlich durch Knospung vermehren. Diese ungeschlechtlich erzeugten Individuen bleiben also an derselben Örtlichkeit. Ausserdem entstehen aber auch Geschlechtstiere (Gonophoren), welche sich ablösen und die Geschlechtsproducte fort an andere Örtlichkeiten tragen. Der Theorie nach findet die ungeschlechtliche Fortpflanzung dann statt, wenn an dieser Stelle Überfluss herrscht. Damit in Übereinstimmung steht die Erscheinung, dass diese ungeschlechtlich erzeugten Individuen auch in der That an diesem Orte bleiben, wo sie dann leben und gedeihen werden. Der Theorie nach muss dagegen geschlechtliche Fortpflanzung eintreten, wenn die Örtlichkeit weniger günstig ist zur Ernährung von noch mehr Individuen. Dies steht in Übereinstimmung mit der Erscheinung, dass die geschlechtlich erzeugten Individuen an ganz andere Stellen getragen werden und dort aufwachsen. Diese Tiere fliehen also so zu sagen die ungünstigen Örtlichkeiten. Bei den meisten wird die eine oder andere Fortpflanzungsart nicht ausschliesslich auftreten, sondern beide nebeneinander stattfinden. Je nach den Verhältnissen wird alsdann bald mehr die eine, bald mehr die andere in den Vordergrund treten. — Wir werden später dieselbe Erscheinung auch bei den Pflanzen wiederfinden.

Der Gegensatz zwischen Teilung und geschlechtlicher Fortpflanzung tritt uns bei den Protisten entgegen, wenn die Conjugation als eine solche angesehen werden kann. Für die niedern Algen wenigstens, von denen besonders die Rede sein wird, ist dies als ganz unzweifelhaft festgestellt.

Wenn es also richtig ist, dass die Conjugation der geschlechtlichen Verbindung entspricht, so wird sie unter ungünstigen, die Teilung aber unter günstigen Verhältnissen eintreten.

Experimente sind bereits angestellt und sprechen zu Gunsten dieser Ansicht. Strassburger[1]) beobachtete, dass Schwärm-

[1]) von Rolph citiert, Biologische Probleme, pag. 52, 98.

sporen, obwohl sie auf sehr verschiedene Lichtstärken abgestimmt sind, doch alle die Dunkelheit fliehen. Im Hellen setzen sie sich fest, teilen und conjugieren sich. Im Dunkeln bleiben sie in steter Bewegung, magern zum Erbarmen ab und werden so kraftlos, dass sie auf den Boden sinken und zu Grunde gehn. Nur solche Schwärmer, welche geschlechtlich differenziert sind und sich conjugieren, kommen zur Ruhe. Hieraus geht hervor, dass die geschlechtliche Verbindung im Zustande des Mangels für die Fortpflanzung nützlich und in diesem Falle sogar notwendig ist.

Ulothrix zonata pflanzt sich mittelst Schwärmsporen fort, die sich festsetzen und zur Alge werden. Nur im Frühjahr, wo doch jedenfalls noch Mangel herrscht, werden statt vier Sporen deren mehrere aber kleinere geliefert, welche nur dann zu einer normalen Alge auswachsen können, wenn sie sich geschlechtlich verbunden haben. Später zur Zeit des Überflusses werden vier grössere Sporen gebildet, die sich festsetzen und zur Alge werden. Im Überfluss ist also ungeschlechtliche Fortpflanzung eingetreten.

Everts[1]) stellte Beobachtungen über Vorticella nebulifera an. „Bei einem Versuche nämlich, zu erfahren, wie sich Vorticellen unter allmählichem Austrocknen des Wassers, in dem sie leben, verhielten, erstaunte ich nicht wenig, als ein äusserst lebhaftes Conjugieren eintrat, nachdem bereits ein Teil des Wassers verdunstet war.

Ich prüfte sogleich das Wasser, aus welchem meine Versuchstiere genommen waren, fand aber dort keine Spur von Conjugationsvorgängen; so lag nun die Vermutung nahe, dass die Verdunstung des Wassers einen Anstoss zur Conjugation gegeben habe. Wiederholte Versuche ergaben stets das nämliche Resultat, und es wurde dadurch meine Vermutung, dass Wassermangel zu einer Conjugation Veranlassung gebe, ausreichend bestätigt.“

Es scheint also, als ob auch bei diesen niedern Organismen unter günstigen Verhältnissen meist eine ungeschlechtliche Vermehrung, unter ungünstigen dagegen häufiger Conjugation stattfindet. Für die niedern Algen scheint dies ziemlich sicher zu sein, für die niedersten Tiere sind die Beobachtungen allerdings noch sehr vereinzelt.

---

[1]) Zeitschrift f. wiss. Zool. XXIII, 1873, pag. 610.
Everts, Untersuchungen an Vorticella nebulifera.

ee. Paedogenesis.

Eine ungeschlechtliche Vermehrung sogar von Jugendformen ist für einzelne Tiere festgestellt worden. Eine solche wird der Theorie zufolge nur dann eintreten können, wenn sie bei grossem Überfluss der Fortpflanzung der Tiere von Nutzen ist.

Leider ist auf die Ernährungsverhältnisse so wenig geachtet worden, dass sich dieser Überfluss nur bei einzelnen mit Sicherheit nachweisen lässt.

Ein solches Beispiel ist folgendes. Die Larve von Polystemum integerrimum[1]) wandert bekanntlich in die Kiemen von Kaulquappen. Bei eintretender Rückbildung der letzteren kriecht sie durch den Darm zur Harnblase des Wirtes, wo sich nach circa drei Jahren die hermaphroditischen Individuen begatten. Gerät aber eine Larve auf die zarten Kiemen von ganz jungen Kaulquappen, so tritt eine äusserst rasche Entwickelung ein. Nach Zeller „wird dies bewirkt durch die ganz ausserordentlich erleichterte Nahrungsaufnahme, da die Kiemen von jungen Kaulquappen in ungleich höherm Grade als die bereits weiter entwickelten blutdurchlässig sind. Infolge dieses Überflusses von Nahrung wachsen einesteils die Polystomenlarven sehr schnell und produzieren neben den Ausgaben für ihr Wachstum auch noch überschüssiges Bildungsmaterial zur Herbeiführung der Fortpflanzung“[2]). Man ersieht hieraus, dass die Paedogenesis, die ungeschlechtliche Vermehrung von Larven, nur durch den Überfluss herbeigeführt wurde, und nicht eintritt, wenn dieser nicht vorhanden ist.

Als ein ferneres Beispiel ist zu erwähnen, dass nach Chun die Jugendform von Eucharis multicornis (Rippenqualle) bei Eintritt der heissen Jahreszeit, Juni, ebenfalls solche Jugendformen wieder hervorbringen kann[3]).

Paedogenesis ist auch bei Dipteren beobachtet (Heteropeza, Miastor). An den Cecidomyidenlarven wurde sie von N. Wagner[4]) entdeckt. Über die Ernährungsverhältnisse

---

[1]) Zeitschrift f. wiss. Zool. XXVII, 268—271.
Zeller, Weiterer Beitrag zur Kenntniss der Polystomeen.

[2]) Gustav Dilling, Über die verschiedenen Arten der Fortpflanzung im Tierreich. Hamburg 1880.

[3]) Mitt. a. d. zool. Stat. zu Neapel I, 1879, pag. 201.

[4]) Zeitschrift f. wiss. Zool. XIII, 1863. Wagner, Beitrag zur Lehre von der Fortpflanzung der Insectenlarven.

l. c. XIV, 1865. Abhandlungen von Fr. Meinert und von Pagenstecher.

lässt sich noch nichts bestimmtes sagen. Es fehlt sowohl an Experimenten, als auch an ausreichenden Beobachtungen. Dasselbe gilt von Chironomus.

Die Betrachtung aller dieser Thatsachen hat uns also zu folgendem Resultat geführt. Die ungeschlechtliche Vermehrung, welche in Form von Thelytokie, Knospung, Teilung und Paedogenesis auftritt, wird durch Überfluss herbeigeführt. Sie bewirkt eine möglichst starke Vermehrung, was im Überfluss von Vorteil für die Fortpflanzung der Tiere ist. Die Männchen sind hierbei vollständig überflüssig. Ja sie sind sogar schädlich, da sie bei einer ausserordentlich grossen Zahl von Weibchen sehr stark beansprucht sein würden und da das infolge dessen junge Sperma die Eier wieder zum männlichen Geschlecht bestimmen könnte. Wir sehen daher, dass die Weibchen ihre Befruchtungsfähigkeit aufgeben. Solange der Überfluss dauert, werden immer wieder Weibchen hervorgebracht, die sich auf gleiche Weise weiter vermehren. Mit dem Überfluss verschwindet aber auch die ungeschlechtliche Vermehrung und es treten Männchen auf.

ff. Bei Pflanzen.

Auch für Pflanzen gilt der Satz, dass Nahrungsüberfluss die Ausbildung des weiblichen, Mangel dagegen die des männlichen Geschlechtes begünstigt. Es sei erlaubt, die Nützlichkeit dieser Eigenschaft speciell für Pflanzen klarzulegen. Denken wir uns zwei Pflanzen, die eine auf gutem, die andere auf schlechtem Boden. Nun bildet die erstere besser genährte mehr weibliche Blüten und natürlich später auch mehr Samen. Der Samen aber fällt auf ein Gebiet, dessen Mittelpunkt der Standpunkt der Pflanze selbst ist. Auf diesen oder wenigstens in seine Nähe fällt der Wahrscheinlichkeit nach der grösste Teil des Samens. Er fällt hier also auf guten Boden, die Nachkommenschaft wird gedeihen. — Träte aber der umgekehrte Fall ein, würde die schlechter genährte Pflanze mehr Samen bilden, so müsste dieser grösstenteils zu Grunde gehen; eine so verderbliche Eigenschaft wird die Natur schwerlich züchten. — Die Pflanze, welche infolge der Variabilität zuerst diese Eigenschaft erworben hatte, konnte sich auch bei gleich grosser Reproduction stärker fortpflanzen, da ihre Nachkommen einer geringeren Sterblichkeit ausgesetzt waren. Ihre nützliche Eigenschaft vererbte sie daher auf sehr viele Individuen, d. h. es trat eine natürliche Züchtung derselben ein.

Ferner würde es der schlecht genährten Pflanze nur sehr

schwer fallen, die weibliche Geschlechtsthätigkeit zu übernehmen, da diese, die Production von Samen, mehr Nahrungsmaterial beansprucht als die männliche. Sie würde also nur wenig oder schlechter ausgebildeten Samen hervorbringen, was der Fortpflanzung sehr schädlich sein würde. Weit vorteilhafter ist es dagegen, wenn die Pflanze, der mehr Nahrung zur Verfügung steht, auch die Geschlechtsfunction übernimmt, welche mehr Nahrung erfordert. Der schlechter genährten Pflanze wird alsdann der männliche Teil der Geschlechtsthätigkeit nicht schwer fallen. — Wir werden nun sehen, dass in der That derartige nützliche Eigenschaften bestehen, welche infolge natürlicher Zuchtwahl zur Ausbildung gelangt sein können.

Die ersten Experimente hierüber wurden von Knight[1]) angestellt. Er setzte verschiedene Pflanzen einer hohen Temperatur aus. Bei Melonen bemerkte er alsdann, dass nur männliche Blüten produziert wurden. Bei niederer Temperatur zeugten Gurken nur weibliche Blüten.

Dies erklärt sich sehr leicht. Wärme und Licht befördern die Entwickelung. Je rascher sich nun eine Pflanze infolge äusserer Einwirkungen entwickeln muss, desto weniger Nahrung wird dem einzelnen Teile zugeführt, selbst wenn die gesammte Nahrungsaufnahme etwas gestiegen sein sollte. Wärme und Licht wirken daher wie verminderte Nahrungsaufnahme. Düngung ist Überfluss an Nahrung, sie darf jedoch nicht zu stark sein. Feuchtigkeit wirkt ebenso, da sie die Nahrungsaufnahme befördert. — Man wird also bei hoher Wärme, starkem Licht, Trockenheit und Mangel an Düngung männliche Blüten, bei niedriger Temperatur, Schatten, Feuchtigkeit und guter Düngung mehr weibliche Blüten zu erwarten haben. Während über die Wirkung der Wärme kein Zweifel besteht, muss jedoch über die des Lichtes bemerkt werden, dass dieses die Assimilation, also die Zuführung von stickstofffreien Nährsubstanzen verstärkt. Bei der Bildung der Generationsproducte aber scheint es besonders auf die Zufuhr von stickstoffhaltigen Stoffen anzukommen.

Knight's Versuche wurden bestätigt durch die von Mauz[2]).

---

[1]) Transactions of the horticultural Society of London III, pag. 459.

[2]) 4. Beilage zur Flora 1822, Bd. V, 2 und Correspondenzblatt des würtemb. landw. Vereins, Bd. I. Citiert v. Heyer.

Auch Preussner erhielt dasselbe Resultat. Er pflanzte auf „einem trockenen und mageren und sehr sonnigen Standort“ fünfzig Gurkenpflanzen und fast sämmtliche Blüten wurden männlich. Auch ist die Beobachtung gemacht worden, dass Pflanzen, solange sie ihre Nahrung noch meist zum Wachstum verwenden, mehr männliche Blüten produzieren als später, wenn der Baum oder Strauch weniger Stoff verbraucht zum individuellen Haushalt, hingegen mehr für die Fortpflanzung erübrigt. „Namentlich tritt dies bei den monoecischen Coniferen hervor, welche im jugendlichen Alter vorzugsweise männliche Blüten treiben und dioecisch erscheinen“ [1]). Normal ist dieser Geschlechtswechsel auch bei Aesculus Hippocastanum; diese Pflanze ist in der Jugend männlich und erst später, wenn sie genügende Stärke erlangt hat, erzeugt sie Zwitterblüten.

In neuester Zeit hat Heyer [2]) eine von grossem Fleisse zeugende Arbeit veröffentlicht, welche sich zum Gegenstand gemacht hat, den Einfluss äusserer Lebensbedingungen auf das Geschlecht der Pflanzen zu untersuchen. Das Resultat seiner Arbeit ist, dass das Sexualverhältniss auch bei Pflanzen ein ganz bestimmtes ist, welches nicht durch äussere Einwirkungen abgeändert werden kann. Da letzteres der hier wiedergegebenen Theorie direct widerspricht, so ist es durchaus nötig, auf diese Arbeit etwas näher einzugehen.

Wie schon im Beginn der Arbeit erwähnt wurde, hat Heyer die wichtige Entdeckung gemacht, dass auch bei Pflanzen, ähnlich wie es bereits für Menschen und einige Tiere festgestellt war, das Verhältniss der Geschlechter ein ganz bestimmtes ist. Allerdings war für Zwitterblüten selbstverständlich längst bekannt, dass hier das Verhältniss das von 1 zu 1 sei, indessen ist es doch im höchsten Grade bedeutungsvoll, dass eine solche bestimmte Relation auch bei einer dioecischen Pflanze nachgewiesen wurde. Wie aus der Tabelle hervorgeht, fand er unter 21 000 Pflanzen vom Bingelkraut (Mercurialis annua) 10 201 weibliche und 10 799 männliche Individuen, d. h. das Verhältniss 100 : 105,86. Wie viele Forscher, welche eine bedeutende Entdeckung gemacht haben, so ging auch Heyer zu weit in der Ab-

---

[1]) C. L. Preussner, Über die geschlechtsbestimmenden Ursachen. Diss., Göttingen 1860.

[2]) Untersuchungen über das Verhältniss des Geschlechtes bei einhäusigen und zweihäusigen Pflanzen etc. Dissertation, Halle 1883.

schätzung der Tragweite derselben. Weil er fand, dass auch bei dioecischen Pflanzen das Sexualverhältniss ein ganz bestimmtes ist, so glaubte er, dass dieses auch stets unter allen Umständen vorhanden sei, dass also äussere Einwirkungen ohne jeden Einfluss auf die Bestimmung des Geschlechtes seien. Er hat Versuche angestellt, um dies zu beweisen; zu diesen wollen wir uns jetzt wenden.

Zunächst handelt es sich um das Material, an welchem er seine Untersuchungen anstellte.

Was das Geschlecht der Pflanzen im allgemeinen anbetrifft, so scheint ein tiefgreifender Unterschied zwischen monöcischen und diöcischen Pflanzen zu bestehen. Bei letzteren hat die ganze Pflanze ein bestimmtes Geschlecht. Bei vielen Arten sind sogar secundäre Geschlechtscharactere nachgewiesen. Und zwar erscheinen diese früher, als die Anlage der Geschlechtsorgane erfolgt. Daraus darf man wohl folgern, dass bei diesen Pflanzen das Geschlecht schon sehr frühzeitig bestimmt ist, dass also eine nachträgliche stärkere oder schwächere Ernährung der jungen Pflanzen nur wenig Einfluss auf die Geschlechtsbestimmung haben kann. Bei monöcischen Pflanzen scheinen die Verhältnisse anders zu liegen, da jede Pflanze später sowohl weibliche als auch männliche Blüten erzeugen kann.

Heyer hat nun seine Experimente und Beobachtungen hauptsächlich an Mercurialis annua angestellt. Dies ist aber eine diöcische Pflanze. Und zwar ist sie so streng diöcisch, dass männliche Individuen mit einer oder mehr weiblichen Blüten und umgekehrt zu den seltenen Ausnahmen gehören; denn Heyer fand unter 21 000 Pflanzen nur einige wenige[1]). Wie Heyer selbst sagt, ist der Geschlechtscharacter dem ganzen Individuum vom Anfang an aufgeprägt. „Bei den statistischen Erhebungen[2]) gelangte ich ferner zu dem Resultate, dass bei Mercurialis annua schon im Beginne der Blütezeit der Sexualcharacter an der ganzen Pflanze wahrzunehmen ist. Die weiblichen Pflanzen sind nämlich unter sonst gleichen Verhältnissen bereits um diese Zeit intensiver grün gefärbt als die männlichen.“ Auch besitzen sie ein gedrungeneres Wachstum.

„Die beiden Geschlechter unterscheiden sich ferner durch das Gewicht. Die weiblichen Pflanzen sind ceteris paribus bereits im

---

[1]) l. c. pag. 33.
[2]) l. c. pag. 29.

Beginne der Blütezeit, wo also noch keine oder nur vereinzelte Samen angesetzt sind, stets schwerer als die männlichen." — Wenn man das Gewicht einer bestimmten Zahl Männchen zu 100 setzt, so wog dieselbe Anzahl von Weibchen 111,9. Dieses Verhältniss trat mit ziemlicher Constanz auf und kann mit Recht als Sexualcharacter angesehen werden. Auch später, wenn bereits Samen angesetzt worden sind, ist das Gewichtsverhältniss ein bestimmtes und ziemlich constantes, nämlich 100 : 126 [1]).

Von der wesentlichsten Bedeutung ist aber, dass jedes Individuum durch das Erscheinen der secundären Geschlechtscharactere sich bereits sehr frühzeitig als männlich oder weiblich documentiert. Daraus geht aber hervor, dass eine stärkere oder schwächere Ernährung des Keimlings bei diesen Pflanzen nur einen geringen Einfluss auf Bestimmung des Geschlechtes haben kann.

Schon an und für sich ist die Wahl von Mercurialis eine sehr unglückliche, denn man kann nicht erwarten, dass hier der Einfluss der Ernährung frappant zu Tage tritt.

So pflanzte er z. B. je drei Pflanzen in einige Blumentöpfe, welche mit verschiedenen Bodenarten gefüllt waren, und stellte sie in das Warmhaus. Er erwartete natürlich, dass in einigen Töpfen sich lauter Weibchen, in andern sich nur Männchen entwickeln würden, und war sehr erstaunt, als dies nicht eintrat [2]). Angenommen, selbst in den verschiedenen Töpfen hätte wirklich eine verschieden starke Ernährung der Pflanzen stattgefunden, was man bezweifeln darf, wie später erörtert wird, so kann unmöglich bei einer so geringen Zahl von Individuen (drei in jedem Topf) und bei einer Pflanze, deren Geschlecht so frühzeitig bestimmt ist, eine verschiedene Verteilung der Geschlechter frappant in die Augen treten. Und so fand auch Heyer, dass das Geschlecht dieser Pflanzen scheinbar regellos hin und herschwankte.

Die Versuche, bei denen er eine geradezu staunenswerte Zahl von Pflanzen zählte, können daher ebenfalls nur als wenig massgebend betrachtet werden, selbst wenn wirklich die Ernährungsunterschiede der Pflanzenabteilungen bedeutende gewesen wären. Bei Mercurialis kann der Einfluss der Ernährung auf das Geschlecht des Individuums nur ein geringer sein, ähnlich wie man ja auch bei einem Tier nicht erwarten kann, dass ein Weibchen

---

[1]) l. c. pag. 31.
[2]) l. c. pag. 41.

bei schlechter Ernährung zu einem Männchen wird. Dies ist nur in der allerersten Zeit des Embryonallebens möglich. Bei Mercurialis aber fällt dieser Zustand in die Zeit der Ausbildung als Samen. Später ist bei diöcischen Pflanzen, bei denen jedes Individuum, wie beim Tiere, ein ganz bestimmtes Geschlecht hat, eine Umänderung des Geschlechtes gar nicht oder nur sehr schwer möglich.

Wie aber die Ernährung der Mutter von Einfluss auf die des Foetus und damit auf das Geschlecht desselben ist, so ist auch die Ernährung des Samens abhängig von der der Mutterpflanze. Also hat letztere Einfluss auf das Geschlecht der Nachkommen, d. h. der aus dem Samen hervorgehenden Pflanzen. Wenn Heyer also wirklich verschiedene Ernährungsbedingungen hergestellt hätte, so hätte vor allem das Geschlecht der Nachkommen von verschieden stark ernährten Mutterpflanzen geprüft werden müssen. Dies that er aber nicht, sondern begnügte sich damit, das Geschlecht der erzeugenden Pflanzen zu beobachten.

Zum Schluss könnte auch bemerkt werden, dass das Bingelkraut auch deshalb eine ungeeignete Pflanze zu sein scheint, weil es ein Unkraut ist, unter sehr verschiedenen Lebensbedingungen wächst und dennoch gedeiht. Eine Änderung der Verhältnisse scheint also nur wenig Einfluss auf die Pflanze zu haben.

Aber nicht nur das Material, an welchem er seine Untersuchungen anstellte, war ein äusserst ungünstiges Object, sondern auch die Art und Weise, wie er diese vornahm, war nicht die beste.

Er legte zuviel Gewicht darauf, welche Agentien auf das Wachstum einwirken. Auch vor Heyer wurde vielfach behauptet, dass die Wärme an und für sich die Ausbildung von Männchen bewirke. Es kommt vielmehr auf die relative Ernährungsstärke an. Dünger wirkt deshalb vorteilhaft für die Erzeugung von weiblichen Blüten, weil bei guter (natürlich nicht zu starker) Düngung die Pflanze einen Überfluss von Nahrung erhält. Ebenso wirkt Feuchtigkeit, wobei indessen eine ungewöhnlich starke Wasserzufuhr der Pflanze je nach ihrer Lebensgewohnheit schädlich sein kann. Das Licht wirkt, wie schon erwähnt, fördernd auf die Entwickelung ein und dasselbe gilt für die Wärme. Durch die Einwirkung dieser Agentien wird daher die Ernährung relativ herabgesetzt; denn wenn in der Zeiteinheit mehr Organe gebildet werden, so können diese bei gleichbleibender Gesammternährung nur

weniger Nahrung erhalten, als wenn die Bildung langsamer vor sich ginge. Licht und Wärme wirken also auf die einzelnen Organe wie eine Nahrungsentziehung, begünstigen darum das Auftreten des männlichen Geschlechtes.

Wenn es also darauf ankommt, auf die Geschlechtsausbildung der Pflanzen einzuwirken, so werden am besten mehrere nach derselben Richtung wirkende Momente vereinigt. Mehrere Lebensbedingungen müssen sämmtlich entweder Mangel oder Überfluss an Nahrung bewirken, nicht aber darf man den Versuch so einrichten, dass die Wirkung des einen durch die des andern wieder aufgehoben wird. Ersteres that Preussner, als er seine Pflanzen auf einen trockenen, sandigen und sonnigen Ort pflanzte.

Letzteres war aber bei Heyers Untersuchungen der Fall. Unter den 21 000 Pflanzen von Mercurialis befanden sich 10 000, deren Beleuchtung „sehr sonnig" und deren Nährboden „gut gedüngt" war. Das erstere Moment bewirkt eine zu rasche Entwickelung, d. h. relativen Mangel, das letztere aber veranlasst eine überflüssige Nahrungszufuhr und hebt den Mangel wieder auf. Umgekehrt waren die meisten sehr schattig gestellten Pflanzen nicht gedüngt.

Heyer glaubte, es käme nur auf die Verschiedenheit der Lebensbedingungen an. Allerdings leben Pflanzen im Schatten und ohne Düngung unter ganz andern Verhältnissen als solche im Sonnenschein und mit Düngung. Heyer erwartete eine enorme Verschiedenheit des Sexualverhältnisses. Aber doch nur die relative Ernährungsstärke ist das Massgebende.

Bei den meisten von Heyer angestellten Versuchen hoben sich die zwei variierten Momente, Bestrahlung und Düngung, in ihrer Wirkung wieder auf, und das Sexualverhältniss schwankte daher auch aus diesem Grunde nur wenig.

Heyer hatte vielleicht die Behauptungen seiner Vorgänger nicht genügend beachtet. Mauz[1]) z. B. sagt ausdrücklich: „Sowohl bei monöcischen als bei diöcischen Pflanzen wird die Entwickelung des männlichen Geschlechts begünstigt durch Trockenheit, freien Einfluss von Licht und Luft; dagegen die des weiblichen durch Feuchtigkeit, guten Dünger, Mangel an Licht." Auch Preussner hatte, wie schon angeführt, die Gurken, welche

---

[1]) l. c. pag. 50.

später fast nur männliche Blüten trugen, auf einen sandigen, trockenen und sehr sonnigen Platz gepflanzt. Denn es ist zu beachten, dass bei alle diesen Versuchen Licht und Wärme gleichartig sich ändern und dass die Zunahme beider eine Abnahme der stickstoffhaltigen Nahrungszufuhr bewirkt.

Heyer stellte auch Versuche an, um die Wirkung verschiedener Bodenarten zu prüfen. Er nennt allerdings diese Bodenarten extrem-verschieden [1]), was indessen nicht der Fall gewesen zu sein scheint. „Für die Cultur der Pflanzen", so sagt er in der Beschreibung seiner Versuche, „war mir eine nach allen Seiten hin freiliegende Bodenfläche von 11,4 m Länge und 5,82 m Breite zur Verfügung gestellt worden. Dieselbe wurde in zwei gleich grosse Beete geteilt. Bei dem einen wurde der Boden bis zu einer Tiefe von 22 cm ausgehoben und dann mit Sandboden angefüllt. Dieser Sandboden bestand aus einer Mischung von 3 Teilen Flusssand (aus der Saale) und 1 Teil Composterde von geringer Qualität. Diese Composterde wurde deshalb beigemischt, um dem rein ausgewaschenen Flusssande die nötigen Nährstoffe einzuverleiben. In dem andern Beete wurde der schwere thonige Gartenboden belassen. Es waren somit zwei ganz verschiedene Bodenarten geschaffen."

Dass diese Bodenarten sehr verschieden waren, ist allerdings richtig. Dass sie aber in bezug auf die Ernährung der Pflanzen nicht extrem-verschieden waren, das geht aus den eigenen Worten des Experimentators hervor; denn er sagt [2]): „Es ergiebt sich zunächst, dass das Gewicht der vom Sandboden geernteten Pflanzen durchgehends das höhere ist. Die Pflanzen hatten sich also im Sandboden massiger entwickelt als im Gartenboden, was wohl einerseits dem Umstande zuzuschreiben ist, dass der Sandboden, wegen seiner geringen specifischen Wärme, sich schon frühzeitig mehr erwärmte als der Gartenboden, wodurch die Vegetation gesteigert wurde. Anderseits soll der Saalesand, trotzdem er ziemlich rein ausgewaschen ist, wenn er mit anderm Boden vermischt ist, das Wachstum sehr begünstigen." Es ist klar, dass ein Unkraut in einem solchen Boden sehr gut prosperieren wird. Es kommt nicht darauf an, dass der Boden nach physikalischer Beschaffenheit oder Ursprung verschieden ist, sondern es kommt

---

[1]) pag. 12.
[2]) pag. 39.

darauf an, wieviel Nährstoffe er der Pflanze zuzuführen im Stande ist.

Endlich hat er noch ein Moment vollständig unberücksichtigt gelassen, nämlich den Umstand, ob die Pflanzen dicht gedrängt wuchsen und sich heftige Ernährungsconcurrenz machten, oder ob dies nicht der Fall war. Dass dieser Umstand von der grössten Wichtigkeit ist, geht aus den eigenen Worten Heyer's hervor [1]): „Dass das absolute Gewicht der einzelnen Tausende ein sehr verschiedenes ist, selbst wenn die Pflanzen von demselben Standort stammen, kommt davon, dass an manchen Stellen die Pflanzen sehr dicht standen und daher in ihrer Entwickelung mehr gehemmt waren als andere, denen mehr Raum vergönnt war.“ Bei jenen fand unstreitig eine schwächere Ernährung statt als bei diesen, welche ungestört wuchsen.

Dass Heyer diesem Umstand nicht die geringste Berücksichtigung geschenkt hat, erklärt sich leicht, da er an den Einfluss der Ernährung gar nicht gedacht zu haben scheint, sondern von der Annahme ausging, das Licht oder die Bodenart als solche müsse einen directen Einfluss auf das Geschlecht der Pflanzen haben.

Indessen ganz vergeblich scheinen die mit so grossem Fleiss angestellten Versuche Heyers doch nicht vorgenommen zu sein. Trotzdem er unzweifelhaft eine sehr ungünstige Species gewählt hatte, trotzdem er bei Anstellung seiner Beobachtungen und Versuche von teilweise falschen Voraussetzungen ausging, so zeigt doch das Sexualverhältniss Schwankungen, welche, wie sich zeigen wird, einen directen Beweis für die Theorie liefern.

Damit man sieht, dass ich nicht etwa willkürlich vorgehe, ist es durchaus nötig, dass zunächst die von Heyer aufgestellte Tabelle der Resultate hier wiedergegeben wird. Zur Erläuterung mag dienen, dass Heyer von verschiedenen Standorten je Tausend Pflanzen ausraufte und dann das Sexualverhältniss durch Zählen derselben bestimmte.

---

[1]) l. c. pag. 30.

Geschlechtsverhältniss bei Mercurialis annua auf verschiedenen Standorten.

No. des Tausend	♀	♂	Auf 1000 Weibchen kommen Männchen	Beleuchtung des Standortes	Düngungszustand des Standortes
1	483	517	1070	sehr schattig	nicht gedüngt
2	505	495	980	"	"
3	462	538	1164	halb schattig	"
4	450	550	1222	sehr sonnig	mässig gedüngt
5	487	513	1053	"	"
6	512	488	953	halb schattig	"
7	451	549	1217	"	"
8	480	520	1083	"	"
9	482	518	1075	"	"
10	492	508	1032	sehr schattig	nicht gedüngt
11	491	509	1037	sehr sonnig	gut gedüngt
12	505	495	980	"	"
13	482	518	1075	"	"
14	518	482	930	"	"
15	491	509	1037	"	"
16	490	510	1041	"	"
17	491	509	1037	"	"
18	493	507	1028	"	"
19	473	527	1114	"	"
20	488	512	1049	"	"
21	475	525	1105	"	mässig gedüngt

Wie man sieht, variieren hier zwei Umstände, Beleuchtung und Düngungszustand. Wenn man den Einfluss des einen Momentes prüfen will, so ist es durchaus nötig, dass alle übrigen Verhältnisse dieselben bleiben. Bei den Pflanzen z. B., welche auf mässig gedüngtem Standort sich fanden, war die Beleuchtung vieler sehr sonnig, anderer aber halbschattig. Hier bietet sich also die Gelegenheit, den gemeinsamen Einfluss des Lichtes und der Wärme zu ermitteln. Dasselbe gilt von den Pflanzen, welche auf nicht gedüngtem Boden und entweder sehr schattig oder halbschattig standen.

Einfluss des Lichtes.

mässig gedüngt				nicht gedüngt			
sehr sonnig		halbschattig		halbschattig		sehr schattig	
No. des Tausend	Sexualverhältniss	No. des Taus.	Sexualverhältniss	No. des Tausend	Sexualverhältniss	No. des Tausend	Sexualverhältniss
4	1105	6	953	3	1164	1	1070
5	1222	7	1217			2	980
21	1053	8	1083			10	1032
		9	1075				
Mittel:	1127	Mittel:	1082	Mittel:	1164	Mittel:	1027

Man ersieht aus diesen Zahlen die Thatsache, dass die stärkere Einwirkung von Licht und Wärme eine Mehrproduction von Männchen bewirkt hat, wie es der Theorie entspricht. Die Gründe, warum dieser Überschuss ein verhältnissmässig geringer ist, wurden bereits oben mitgeteilt.

Auch die Einwirkung einer verschieden starken Düngung lässt sich auf diese Weise ermitteln, wie die folgende Zusammenstellung zeigt.

Einfluss der Düngung.

sehr sonnig				halbschattig			
mässig gedüngt		gut gedüngt		nicht gedüngt		mässig gedüngt	
No. des Tausend	Sexualverhältniss	No. des Taus.	Sexualverhältniss	No. des Tausend	Sexualverhältniss	No. des Tausend	Sexualverhältniss
4	1222	11	1037	3	1164	6	953
5	1053	12	980			7	1217
21	1105	13	1075			8	1083
		14	930			9	1075
		15	1037	Mittel:	1164	Mittel:	1082
		16	1041				
		17	1037				
		18	1028				
		19	1114				
		20	1049				
Mittel:	1127	Mittel:	1033				

„Sexualverhältniss“ bedeutet hier:

n ♂ : 1000 ♀

Man sieht aus diesen Zusammenstellungen, dass eine bessere Düngung eine Mehrproduction von weiblichen Individuen bewirkt, wie es die Theorie verlangt. Also selbst bei Mercurialis annua ist die Ernährung des Keimlings noch von, wenn auch nur geringem, Einfluss auf die Geschlechtsausbildung.

Die Resultate Heyers können daher als positive Beweise für die Theorie verwendet werden. Die Schwankungen im Sexualverhältniss entsprechen derselben, obgleich sie aus den früher angeführten Gründen gering sind.

Hoffmann[1]) prüfte ebenfalls den Einfluss der Ernährung auf das Geschlecht bei Mercurialis, fand aber keine Einwirkung, weil er mit zu wenig Pflanzen experimentierte.

Die geringe geschlechtsbestimmende Wirkung einer verschieden starken Ernährung des Keimlings bei einer so ungünstig gewählten Pflanze, wie Mercurialis, ist eine so geringe, dass sie nur durch eine Beobachtung so grosser Massen erkannt werden konnte, wie sie Heyer vornahm.

Das Resultat, welches Heyer aus seinen Experimenten glaubte folgern zu können, ist folgendes[2]):

„Die Verteilung der Geschlechter bei Mercurialis annua ist keine zufällige, sondern das Verhältniss der männlichen zu den weiblichen Individuen ist an allen Standorten eine constante Grösse. Die Entstehung der Geschlechter ist demnach unabhängig von äussern Einflüssen und erfolgt nach einem innern Gesetz.“ „Das Geschlecht der zukünftigen Pflanze ist bereits im Samenkorn entschieden und kann durch äussere Einflüsse nicht mehr abgeändert werden.“

Der erste Satz spricht die Entdeckung aus, welche Heyer gemacht hat, nämlich die, dass das Sexualverhältniss auch bei diöcischen Pflanzen ein ganz bestimmtes ist. Wie schon früher erwähnt, geht der Entdecker in der Abschätzung der Gültigkeit seines Satzes zu weit. Das Verhältniss ist nicht unbedingt constant, sondern wird durch äussere Einflüsse der Theorie entsprechend abgeändert. Der dritte Satz ist also auch nicht ganz richtig. Allerdings wird bei Mercurialis annua das Geschlecht schon sehr frühzeitig bestimmt, aber dennoch ist die Ernährung des Keimlings noch von Einfluss auf das Geschlecht der Pflanzen, wie aus den Versuchen von Heyer hervorgeht.

Abgesehen von diesen negativen Behauptungen stellt Heyer auch einen positiven Satz auf. Er sagt: „Die Entstehung des Geschlechtes erfolgt nach einem innern Gesetz.“ Aber man wird wohl kaum im Stande sein, sich vorzustellen, wie die Entstehung des Geschlechtes nach einem „innern Gesetz“

---

[1]) Botanische Zeitung 1881, pag. 381.
[2]) l. c. pag. 43.

erfolgen könnte. Die Annahme eines innern, mystischen und jedenfalls auch unerforschbaren Gesetzes kann nicht wissenschaftlich genannt werden.

Hoffmann[1]) stellte Versuche dergestalt an, dass er Spinatpflanzen in freies Land, wo sie genügend Raum und Nahrung hatten, resp. in einen Topf dicht gedrängt pflanzte, wo sie sich gegenseitig die Nahrung streitig machten. Der Erfolg war, dass im letzteren Falle, also bei Dichtsaat, eine bedeutende Vermehrung der Männchen eintrat.

Auch mit Mercurialis annua[1]) nahm Hoffmann Versuche vor und diese bestätigen, was über den Einfluss der Nahrung überhaupt und besonders bei Mercurialis gesagt wurde. Er erhielt nämlich ein negatives Resultat, wenn er die Keimlinge einem Überfluss resp. Mangel aussetzte. Da diese späte Einwirkung der Ernährung von nur geringem Erfolg sein kann, so konnte dieser bei der sehr kleinen Zahl von Individuen, die Hoffmann benutzte, nicht zum Vorschein kommen.

Die Experimente[2]) indessen, welche Hoffmann mit Mercurialis anstellte, um die Wirkung einer frühen resp. späten Befruchtung zu untersuchen, ergaben stets einen kolossalen Überschuss an Weibchen. Das normale Sexualverhältniss ist bei dieser Pflanze wie 106 ♀ zu 100 ♂. Sämmtliche Zahlen von Hoffmann geben addiert das Resultat nebenstehender Tabelle.

		♂	♀
Frühe Befruchtung	I	282	1025
	II	26	34
Späte „	I	87	484
	II	59	57
Selbst befruchtet	1864—65	5	27
	1866—67	60	64
	1866—67	12	42
	1867—68	10	14
	Summe	541	1747

Es handelt sich also hier um ein kolossales Überwiegen von weiblichen Individuen. Diese Erscheinung kann sehr wohl auf die gute Ernährung zurückgeführt werden, welche Hoffmann den mütterlichen Pflanzen zu Teil werden liess, indem er dieses

[1]) Botanische Zeitung 1881, pag. 381.
[2]) Botanische Zeitung 1871, pag. 81 etc.

Unkraut in Blumentöpfe und zwar in geringer Zahl beisammen pflanzte.

Die meisten zog er im Gewächshaus auf. Daher waren die Blumen auch ausserordentlich fruchtbar, wie Hoffmann[1]) selbst angiebt. Wenn auch das Sexualverhältniss dieser Pflanzen selbst durch den Überfluss kaum beeinflusst worden ist, so musste diese Wirkung indessen bei den Nachkommen hervortreten, d. h. die Kinder der im Überfluss lebenden Eltern-pflanzen mussten sich überwiegend zu Weibchen ausbilden. Und in der That ging aus den während ihres Embryonallebens gut ernährten Samen ein grosser Überschuss von Weibchen hervor, wie die Tabelle zeigt.

Alle von Hoffmann beobachteten Keimlinge hatten also eine starke Tendenz, sich weiblich auszubilden. Daher ist es auch leicht erklärlich, warum Hoffmann bei Erforschung des Einflusses früher oder später Befruchtung teilweise verwischte resp. negative Resultate erhielt. Diese Tendenz war so stark, dass alle übrigen Momente in ihrer Wirkung zurückgedrängt wurden. —

Auch zwischen der Stellung der Blüten und dem Geschlecht derselben lassen sich bei vielen Pflanzen Beziehungen nicht verkennen. Im allgemeinen darf man wohl annehmen, dass ein Teil desto schwächer ernährt wird, je mehr er peripher liegt, d. h. je länger der Weg ist, den die Ernährungsflüssigkeit zurückzulegen hat.

So beobachtete Giron de Buzareingues an den feinsten Zweigen mehr männliche Blüten, namentlich bei Hanf und Spinat[2]). Auch ist beachtenswert, dass nach Thos. Meehan[3]) bei schlecht genährten Pflanzen von Ambrosia artemisiaefolia sich nur an der Basis der Ähre weibliche Blüten bilden konnten, während die übrigen männlich waren. Die weiblichen Blüten nahmen also den für die Zufuhr der Stickstoffverbindungen und der Salze günstigsten Platz ein. Jedoch werden jedenfalls bei den einzelnen Pflanzen noch besondere Anpassungen in betracht kommen. Diese Verhältnisse werden noch genauer erforscht werden müssen.

---

[1]) l. c. pag. 106.

[2]) Citiert von Thury, La Production des Sexes, pag. 20.

[3]) Referat von Hermann Müller-Lippstadt, botanischer Jahresbericht f. 1881. (Orig.: Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia 1880, pag. 351—354).

Wie bereits gezeigt wurde, kommt es nicht darauf an, was für Agentien wirken, ob Licht, Luft, Wärme etc., sondern darauf, ob diese auf eine bestimmte Pflanze günstig oder ungünstig einwirken. Die Wirkung desselben Factors kann je nach der Lebensweise der Pflanze eine sehr verschiedene sein. Dieselbe Menge Dünger kann beider einen Absterben, bei der andern aber äusserste Üppigkeit verursachen. Darwin[1]) sagt, „dass Pflanzen vieler Arten, wenn sie auf einem übermässig reichen Boden wachsen, wie auf einem Misthaufen, steril werden." „Ohne Zweifel sind viele hochcultivierte Pflanzen, wie Birnen, Ananas, Bananen nahezu oder vollständig steril; und ich bin geneigt, diese Sterilität einem Übermasse von Nahrung oder andern unnatürlichen Bedingungen zuzuschreiben."

Bekannt ist, wie unzuträglich z. B. den Insekten fressenden Pflanzen ein Übermass von Nahrungszufuhr ist. Füttert man sie zu oft oder mit zu grossen Insekten oder mit zu viel Eiweiss, so sieht man, wie die Blätter alsbald absterben.

Schon Knight[2]) beobachtete, dass hohe Temperatur sehr verschieden auf verschiedene Pflanzen einwirkt. Bei der einen bewirkt sie mangelhaftes Wachstum, bei der andern üppigste Entwickelung und grosse Fruchtbarkeit. Die Wirkung äusserer Einflüsse auf eine Pflanze muss daher mit Vorsicht beurteilt werden.

Während das Wachsen im Garten für die meisten Pflanzen ein Überfluss sein muss, prosperieren Alpenpflanzen hingegen weniger. Bei uns sind viele vollkommen oder teilweise unfruchtbar, wie bereits oben angeführt wurde. Dass sie unter solchen Umständen mehr männliche Blüten erzeugen, wie es die Theorie verlangt, hat Hermann Müller an folgenden Pflanzen beobachtet. „Astrantia minor[3]) hat, wie manche andere Umbelliferen, neben den proterandrischen Zwitterblüten rein männliche mit mehr oder weniger verkümmerten weiblichen Befruchtungsorganen. Je schwächlicher die Pflänzchen sind, um so geringer ist die Zahl der zweigeschlechtlichen Blüten; die schwächlichsten Exemplare produzieren ausschliesslich rein männliche. Es findet also hier der allmähliche Übergang von Andromonöcie zu Androdiöcie statt, und auch hier ist ein

[1]) Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication, übers. v. J. V. Carus, pag. 98, 99.

[2]) Transactions of the horticultural Society of London III, p. 459.

[3]) Hermann Müller, Alpenblumen und ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben, pag. 542.

Zusammenhang zwischen Schwächlichkeit oder verringertem Nahrungszufluss und Verkümmerung des weiblichen Geschlechts unverkennbar."

„Aber auch in vielen Fällen [1]), wo ein Herabsinken der Blumengrösse und der Zahl der Blütenteile nur in geringem Grade stattgefunden hat, scheint ein Verkümmern der weiblichen Befruchtungsorgane durch verminderten Nahrungszufluss bedingt zu sein. Anemone alpina, Geum reptans und montanum, Dryas octopetala bieten alle Abstufungen der Verkümmerung der Stempel bis zu völligem Schwinden derselben und somit den vollständigen Übergang von Zwitterblütigkeit zu Androdiöcie dar. Bei ihnen allen findet ein durchgreifender Unterschied der Blumengrösse zwischen rein männlichen und zweigeschlechtlichen Blüten zwar nicht statt, aber durchschnittlich sind doch die männlichen merklich kleiner. Veratrum album hat 1) rein zwitterblütige Stöcke, 2) andere, deren spätere schwächlichere Seitenzweige etwas kleinere, rein männliche Blüten mit stark verkümmerten Stempeln tragen und ausserdem 3) schwächliche Stöcke, die überhaupt nur solche männliche Blüten hervorbringen, so dass hier der Übergang von Zwitterblütigkeit zur Andromonöcie und von dieser zur Androdiöcie vorliegt." Ebenso beweisend ist folgende Beobachtung.

„Von Aquilegia atrata [2]) zog ich in meinem Garten aus Samen des berliner botanischen Gartens zahlreiche Stöcke, von denen die schwächlichsten lauter rein männliche Blüten hervorbrachten, während die kräftigeren, ebenso wie alle auf den Alpen von mir beobachteten Exemplare nur ausgeprägt proterandrische Zwitterblüten trugen."

Einige Varietäten der Gartenerdbeere besitzen die Neigung zur Trennung der Geschlechter. Darwin [3]) sagt, dass dies besonders bei den in reichen Bodenarten im Clima von Nord-Amerika stattfindet. „So hat man in den Vereinigten Staaten einen ganzen Acker von „Keen's Seedling's beobachtet, der wegen des Mangels männlicher Blüten fast steril war; aber die allgemeinere Regel ist, dass die männlichen Pflanzen die weiblichen an Zahl übertreffen." Diese Erscheinung wird sich auf eine Wirkung der dort so günstigen Vegetationsbedingungen zurückführen lassen. —

---

[1]) l. c. pag. 541. [2]) l. c. pag. 542.

[3]) Das Variiren der Tiere u. Pflanzen, I. Bd. Übers. v. Carus, pag. 392.

„Die wilden Weinstöcke, sowohl der europäischen als der amerikanischen Arten (Vitis Labrusca, riparia, cordifolia etc.) bringen constant ausser zweigeschlechtlichen zahlreiche eingeschlechtliche, und zwar männliche Blüten hervor, die cultivirten nur zweigeschlechtliche“ [1]), wie Delpino und Ottavi beobachteten. Sollte hier nicht die weniger reichliche Ernährung im unkultivirten Zustande von Einwirkung sein? Vielleicht bieten diese Pflanzen günstige Objecte, um die Einwirkung der Ernährung zu prüfen. Auch die Beobachtungen von Thos. Meehan und Isaac C. Martindale [2]) müssen hier erwähnt werden. Ersterer zieht aus denselben den Schluss, dass die Geschlechtsentstehung von der Ernährung abhängig ist, und dass unter günstigen Umständen sich mehr weibliche, unter ungünstigen mehr männliche bilden. Er beobachtete, dass Castanea americana bei Beginn der Vegetationsperiode Blütenstände mit lauter rein männlichen Blüten zeigt, die nach dem Verblühen abfallen. Zehn Tage später entwickeln sich neue Stände, an denen die unteren Blüten weiblich sind. Jedenfalls ist alsdann die Ernährung besser als im Anfang bei Entstehung der rein männlichen Blütenstände. Martindale beobachtete zwei Kastanienbäume, welche später nur weibliche Blüten zeigten. Meehan führt dies zurück auf eine gute Ernährung, auf die man wegen der ausserordentlichen Fülle der Früchte schliessen muss. Auch bei Hanf, Spinat, Croton und Ambrosia artemisiaefolia tritt der Einfluss der Ernährung auf das Geschlecht deutlich hervor. Wenn letztere Pflanze dicht steht und sie also um die Nahrung kämpfen muss, so erzeugt sie fast ausschliesslich männliche Blüten. Die wenigen weiblichen können sich nur an der Basis der Ähren bilden, weil diese der Ernährungsquelle näher ist.

Auf gutem Boden dagegen soll diese Pflanze überwiegend oder ausschliesslich weibliche Blüten bilden. Ferner mag erwähnt werden, dass derselbe Forscher aus einigen Samen von Croton monanthogynum vier Pflanzen und zwar zwei rein weibliche und zwei rein männliche aber nur halb so grosse Individuen erhielt. Diese Pflanze gilt sonst als monöcisch. Vielleicht bietet sie ein geeignetes Object zu fernern Experimenten.

---

[1]) Referat v. Herm. Müller-Lippstadt, botanischer Jahresbericht. f. 1881. (Orig.: Rivista Bot. dell' anno 1880 und Estratto del Giorn vinic. Ital. No. 13, 1880).

[2]) l. c. (Orig.: Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia. 1880, pag. 351 bis 354.)

Prantl[1]) stellte directe Experimente über die Wirkung verschiedener Nährlösungen auf Farnprothallien an. Er fand zunächst, dass eine Meristembildung nur auf normaler Nährlösung eintritt und unterbleibt, wenn der Pflanze Stickstoff fehlt, wenn sie also hungert[2]). „Mit der je nach den Ernährungsverhältnissen verschiedenen Entwickelung der Prothallien geht die Verteilung der Sexualorgane Hand in Hand. Ameristische Prothallien können nur Antheridien, niemals Archegonien tragen; letztere sind an die Gegenwart eines Meristems gebunden. Das Auftreten von Antheridien an den ameristischen Prothallien hängt aber begreiflicherweise wiederum von der Anwesenheit geeigneten stofflichen Materials ab. Die mit reichlicher stickstofflicher Reservenahrung in Verbindung stehenden ameristischen Prothallien von Ceratopteris waren dicht mit Antheridien bedeckt, während die ameritischen Prothallien von Osmunda nur vereinzelte Antheridien trugen, einige Individuen derselben auch völlig entbehrten. Wenn indess genügende Stickstoffzufuhr stattfindet, oder wie bei Ceratopteris die vorhandenen Stickstoffverbindungen umgesetzt werden, tritt die Bildung von Antheridien in den Hintergrund oder kann ganz unterbleiben. — Wir dürfen uns dann nicht wundern, wenn bei ungenügender Stickstoffzufuhr, wie dies für dichtgesäte Prothallien auf Torf zutrifft, ameristische Formen auftreten, welche reichlicher Antheridien tragen, als jene Prothallien, welche in der Wasserkultur gar keinen Stickstoff erhielten.

Besonderes Gewicht möchte ich auf die Resultate jener Versuche legen, bei welchen die nämlichen Objecte zu verschiedenen Zeiten verschiedenen Ernährungsbedingungen ausgesetzt wurden. Jene ameristischen Prothallien von Osmunda, welche vereinzelte Antheridien getragen hatten, entwickelten nach Zufuhr von Stickstoff reichlich Archegonien, wobei ausser diesen meist noch Antheridien auftraten. Es wurden hier zwar nicht die nämlichen Individuen zu verschiedenen Zeiten untersucht; allein das Resultat, dass Kulturen, in welchen vorher nur männliche Prothallien anzutreffen waren, in solche mit weiblichen oder zwitterigen Prothallien übergeführt wurden, spricht entschieden gegen die ziemlich

---

[1]) Bot. Zeitung 1881, pag. 753. Prantl, Beobachtungen über die Ernährung der Farnprothallien und die Verteilung der Sexualorgane.

[2]) Da diese Versuche so lehrreich sind, so sind hier die eigenen Worte des Experimentators wiedergegeben.

verbreitete Ansicht, dass gewisse Prothallien, und namentlich jene von Osmunda eine Neigung zur Diöcie besitzen sollen, eine Ansicht, welche stillschweigend eine Praedestination des Geschlechts in der Spore zu involvieren scheint."

Die Entstehung des Geschlechtes scheint sich also hier nur nach den Ernährungsverhältnissen zu richten. Auch Kny[1]) fand, dass die im Wasser wachsenden Vorkeime von Ceratopteris Antheridien, die auf feuchtem Sande oder Torf erwachsenen Archegonien erzeugen. Jonkman[2]) fand auch bei den Marattiaceen, dass einzelne Prothallien nur geringe Grösse erreichen und nur Antheridien tragen.

Aus diesen Thatsachen geht also hervor, dass sich bei der schlechtesten Ernährung gar keine Geschlechtsproducte bilden, bei mangelhafter nur männliche, bei besserer auch weibliche, bei der besten endlich nur weibliche.

Durch die Zurückführung der Entstehung des Geschlechtes auf verschiedene Ernährungsverhältnisse ist auch eine Anknüpfung zwischen den heterosporen und isosporen Pteridophyten gewonnen, wie Prantl zeigt. „Bei den meisten Farnen ist die Reservenahrung der Sporen ausserordentlich gering, die Entwickelung des Prothalliums zu einer normalen Höhe mit weiblichen oder beiderlei Sexualorganen einerseits oder zu einem ameristischen männlichen Rudiment ist lediglich durch die Nahrungsaufnahme bedingt und kann mit dem Wechsel der äusseren Bedingungen ebenfalls wechseln. Nur bei Ceratopteris ist die Reservenahrung relativ reichlich; sie genügt indess nicht, um die Bildung von Archegonien zu ermöglichen, wohl aber um reichliche Antheridien zu produzieren. Den Prothallien der Rhizocarpeen, einer Gruppe, welche zunächst mit den Farnen verglichen werden kann, fehlen nun alle Organe zur Nahrungsaufnahme aus dem Substrat....... Es hängt also der ganze Ernährungsprocess dieser Prothallien nur von der Reservenahrung ab, und hierin finden wir nun Übereinstimmung mit den Farnen, dass hier wie dort die Antheridien eine minder reichliche Ernährung voraussetzen, die Archegonien eine reichliche..... Da nun die weiblichen Prothallien der Rhizocarpeen niemals und unter keinen Umständen Antheridien erzeu-

---

[1]) Von Prantl citiert l. c. pag. 774, entnommen aus Kny, Die Entwickelung der Parkeriaceen, pag. 10, 14.

[2]) Von Prantl citiert l. c., entnommen aus: Extrait des Actes du Congrès international. Amsterdam 1877, pag. 8 d. S. A.

gen, so finden wir den ersten Schritt einer Annäherung zwischen isosporen und heterosporen Filicinen in jenen Farnprothallien, welche ausschliesslich Archegonien, aber keine Antheridien tragen.“ — Auch folgende Beobachtungen mögen noch erwähnt sein. „Nach Pfeffer und Borodin ergaben Aussaaten von Equisetum-Sporen bei mangelhafter Beleuchtung männliche, bei reichlicher überwiegend weibliche Prothallien. Schacht erhielt, wie Magnus hervorhebt, beim Aussäen von Equisetum Telmateja auf eine Wasserfläche unter Hunderten von Prothallien nur zwei oder drei Archegonien. Magnus sah bei seinen Culturen von Equisetum-Prothallien an sog. männlichen Vorkeimen, die zahlreiche Antheridien bildeten, später Sprosse auftreten, die Archegonien anlegten“ [1]). Der Vollständigkeit wegen habe ich auch die letzteren weniger umfangreichen und teilweise noch näher zu untersuchenden Beobachtungen mitgeteilt.

Endlich sei noch erwähnt, dass Herr Professor Hoffmann in Giessen mir freundlichst mitgeteilt hat, dass auch seine noch nicht alle veröffentlichten Züchtungsversuche mit Pflanzen die Theorie bestätigen. Bei kümmerlicher Ernährung zeigte sich Praeponderanz der männlichen Samenpflanzen. Nur bei Cannabis scheint das Geschlecht schon sehr frühzeitig, nämlich schon im Samen entschieden zu werden. Die spätere Ernährung hat also ähnlich wie bei Mercurialis annua nur noch wenig Einfluss. Die ausführliche Veröffentlichung dieser Ergebnisse wird unzweifelhaft das grösste Interesse erregen. Ich ergreife diese Gelegenheit, um Herrn Professor Hoffmann meinen Dank für seine freundlichen Mitteilungen auszusprechen. —

Auch bei Pflanzen bemerken wir ungeschlechtliche Fortpflanzung. Viele Pflanzen zeigen in der That, dass sie bei Eintritt von Überfluss sich vorzugsweise auf diese Art verbreiten und die geschlechtliche Fortpflanzung teilweise oder gänzlich aufgeben, d. h. also in dieser Beziehung unfruchtbar werden. Dass eine Pflanze durch Überfluss steril werden kann, hätte auf den ersten Blick als der Theorie widersprechend angesehen werden können, aber man muss bedenken, dass die ungeschlechtliche Vermehrung an Stelle der geschlechtlichen getreten ist. Bei Hydra haben wir ja dasselbe. Im Überfluss werden nur Knospen produziert, dagegen keine Eier. Auch bei diesem Coelenteraten

---

[1]) Nach dem Referat von Hermann Müller-Lippstadt, botanischer Jahresbericht f. 1881.

hätte man daher sagen können, dass er im Überfluss (in bezug auf die geschlechtliche Fortpflanzung) unfruchtbar geworden sei. Derselben Ansicht ist Spencer[1]). Er hat die geschlechtliche Vermehrung Gamogenesis und die ungeschlechtliche Agamogenesis genannt. Erstere tritt bei Mangel, letztere bei Überfluss auf.

Darwin[2]) führt eine grosse Zahl von Thatsachen an, welche dies bestätigen. Hier soll nur auf einige derselben aufmerksam gemacht werden. Er sagt: „Pflanzen, welche aus irgend welcher Ursache zu üppig wachsen und Blätter, Stämme, Ausläufer, Ableger, Knollen, Zwiebeln etc. im Excess produzieren, blühen zuweilen nicht, oder ergeben, wenn sie blühen keinen Samen. Um europäische Gemüsearten unter dem heissen Clima Indiens dazu zu bringen, Samen zu tragen, ist es notwendig, ihr Wachstum aufzuhalten; wenn sie ein Drittel hoch gewachsen sind, werden sie herausgenommen und ihr Stamm und ihre Pfahlwurzeln werden durchschnitten oder verstümmelt[3]). Das Zuckerrohr, welches kräftig wächst und eine grosse Zahl saftiger Stämme produziert, trägt doch verschiedener Beobachtungen zufolge niemals Samen. Pflanzen, welche eine grosse Anzahl von Knollen produzieren, sind gern steril, wie es in einer gewissen Ausdehnung bei der gemeinen Kartoffel eintritt, und Mr. Fortune teilt mir (d. h. Darwin) mit, dass die süsse Kartoffel in China, soviel er gesehen hat, niemals Samen ergiebt."

Dr. Royle[4]) bemerkt, dass in Indien die Agave vivipara, wenn sie in reichem Boden wächst, unveränderlich Zwiebeln aber keinen Samen produziert, während ein armer Boden und ein trockenes Clima zum entgegengesetzten Resultate führen.

Wir sehen also, dass auch bei Pflanzen ungeschlechtliche Vermehrung unter günstigeren, geschlechtliche unter ungünstigeren Verhältnissen eintritt. Hierbei tritt uns noch eine sehr interessante Erscheinung entgegen, welche wir bereits bei vielen Pflanzentieren gefunden haben. Wir sehen auch hier, dass im allgemeinen die ungeschlechtlich erzeugten Individuen an Ort und Stelle bleiben,

---

[1]) Principien der Biologie. Übers. v. Vetter, Bd. I, pag. 245.

[2]) Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Übers. v. Carus, pag. 167.

[3]) Citiert von Darwin, entnommen aus: Ingledew, Transact. of Agricult. and Horticult. Soc. of India. Vol. II.

[4]) Citiert von Darwin, entnommen aus Transact. Linn. Soc. Vol. XVII, pag. 563.

wo die Mutterpflanze wächst. Günstige Verhältnisse waren die Ursache ihres Auftretens; infolge dieser Eigenschaft bleiben sie unter diesen hier herrschenden günstigen Verhältnissen, sie sind für den Überfluss bestimmt. Die geschlechtlich erzeugten Individuen wachsen aber an ganz andern Orten auf. Die Samen zeigen eine grosse Zahl von Einrichtungen, die eine möglichst weite Verbreitung herbeizuführen im Stande sind [1]). Die geschlechtliche Fortpflanzung tritt unter weniger günstigen Verhältnissen auf und die unter diesen Umständen erzeugten Individuen haben die unzweifelhaft nützliche Eigenschaft an andere Örtlichkeiten getragen zu werden und dort aufzuwachsen. — Bei vielen Pflanzen werden beide Fortpflanzungsarten nebeneinander stattfinden. Je nach den Verhältnissen wird alsdann bald mehr die eine, bald mehr die andere vorwiegen.

Auch für kleistogame Blüten, z. B. beim Veilchen, gelten dieselben Verhältnisse. Diese Blüten, welche ohne Befruchtung, also auf ungeschlechtlichem Wege Samen erzeugen, befinden sich unten am Boden und die Nachkommen wachsen an derselben Stelle wieder auf. Ob eine verschieden starke Ernährung von Einfluss auf die Häufigkeit ihres Auftretens ist, wurde noch nicht untersucht.

Dem gegenüber stehen aber einige Beobachtungen, die sich scheinbar nicht mit der Theorie vereinigen lassen. Darwin sagt, dass viele alpine Pflanzen an den Bergen über die Höhe hinaus steigen, über welche sie Samen produzieren können. Diese sind aber wohl aus Samen entstanden, die von tiefer stehenden Pflanzen hervorgebracht und durch den Wind dahin getragen wurden, wo die Pflanzen nicht mehr prosperieren können. Ferner bedürfen viele der Insektenhülfe, um befruchtet zu werden. In Gegenden, wo diese fehlt, sind die Pflanzen unfruchtbar, und wenn eine Vermehrung stattfindet, so muss dies die ungeschlechtliche sein. Dies gilt nach Darwin für das Immergrün.

Viele Pflanzen prosperieren in bestimmten Gegenden sehr und pflanzen sich nur ungeschlechtlich aber sehr stark fort. Dieses gilt nach Kalm für mehrere amerikanische Bäume, für Hypericum calycinum nach Darwin, für Lysimachia nummularia nach Decaisne, vielleicht auch für das Immergrün, für Jussiaea grandiflora nach Planchon, endlich für das Löffelkraut (Cochlearia armoracia) und Ranunculus fica-

[1]) Man vergleiche Hildebrand, Verbreitungsmittel.

ria[1]). Alle diese Pflanzen wuchern sehr stark, produzieren dagegen nur wenig oder gar keinen Samen. Auch für einige andere Pflanzen gilt dasselbe. Die starke ungeschlechtliche Fortpflanzung beweist, dass die Existenzbedingungen dieser Pflanzen ausserordentlich günstige sein müssen und dass daher die geschlechtliche Vermehrung unterbleibt. Wir bemerken auch diese ungeschlechtliche Reproduction besonders bei solchen Pflanzen, welche sich rasch über eine Gegend ausbreiten, z. B. bei der Wasserpest (Elodea canadense) und Azolla coroliniana.

Über das Auftreten der ungeschlechtlichen Fortpflanzung bei niederen Pflanzen seien noch folgende Beobachtungen von Strasburger[1]) angeführt:

„Erwähnen will ich noch, dass die Marchantia polymorpha L. in Verhältnissen, die ihrer vegetativen Entwickelung sehr günstig sind, so namentlich bei hinreichender Feuchtigkeit, nur sehr wenig Geschlechtsorgane erzeugt, sondern sich meist nur auf ungeschlechtlichem Wege durch Brutknospen zu vermehren pflegt. Geschlechtsorgane werden dagegen in grosser Menge gebildet, sobald der Pflanze der Tod durch Austrocknen zu drohen beginnt. Sehr schön konnte ich mich von dem Obengesagten in diesem Sommer an Exemplaren überzeugen, welche auf den Steinen in den Treibhäusern des hiesigen botanischen Gartens wachsen; so lange die Treibhäuser mit Pflanzen gefüllt waren, also bedeutende Feuchtigkeit in denselben herrschte, sah ich nur Brutknospen, aber keine Geschlechtsorgane an der Marchantia erscheinen, sobald aber die Häuser entleert wurden und die Steine auszutrocknen begannen, fingen auch dieselben Marchantien an, reichlich Geschlechtsorgane zu entwickeln und gingen dann alsbald durch völliges Austrocknen zu Grunde. Es kehren also hier ähnliche Einrichtungen wie bei den Algen wieder, die auch unter den günstigsten Verhältnissen sich gewöhnlich nur auf ungeschlechtlichem Wege vermehren, meist aber reichlich Geschlechtsorgane erzeugen, sobald ihnen der Tod zu drohen beginnt."

Bei niedern Tieren hatten wir gesehen, wie die Schwankungen in der Stärke der Reproduction, als auch im Sexualverhältniss ausserordentlich gross sind. Dasselbe Verhältniss zeigt sich bei

---

[1]) Das Genauere sehe man l. c. pag. 167.

[2]) Jahrbücher für Bot. 7, pag. 420.
Strasburger, Die Geschlechtsorgane und die Befruchtung bei Marchantia polymorpha L.

den niedern Pflanzen. Auch hier sind die Schwankungen ausserordentlich gross. So bei den Algen und Pilzen, die sich meist unter äusserst schwankenden Ernährungsverhältnissen befinden. Geraten Pilze auf einen günstigen, nährenden Gegenstand, z. B. Dünger, so tritt eine äusserst starke ungeschlechtliche Vermehrung ein. Ist das Substrat aber aufgezehrt, tritt also Nahrungsmangel ein, so beginnt die Bildung der Geschlechtsproducte. Diese Erscheinungen sind also vollständig übereinstimmend mit denen, welche wir bei niedern Tieren, z. B. bei den Aphiden etc. fanden. Sogar durch Verhinderung der Sauerstoffzufuhr kann man bei gewissen Pilzen (Mucor) die geschlechtliche Fortpflanzung herbeiführen. —

Wir sind also zu dem Resultat gelangt, dass auch bei Pflanzen die Ernährung denselben geschlechtsbestimmenden Einfluss hat, wie wir ihn bei den Tieren gefunden hatten. Überfluss bestimmt den Samen zum weiblichen Geschlecht. Auch später ist die Ernährung noch von Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes selbst bei diöcischen Pflanzen, bei denen doch die ganze Pflanze schon frühzeitig ein bestimmtes Geschlecht hat. Bei monöcischen beeinflusst die Ernährung nicht nur die Samenkörner, sondern auch die Pflanze selbst, und es bilden sich im Überfluss mehr weibliche, im Mangel mehr männliche Blüten. — Auch für die ungeschlechtliche Vermehrung gelten dieselben Gesetze wie bei den Tieren. Sie tritt im Überfluss auf und durch sie wird eine besonders starke Vermehrung herbeigeführt.

Das Ergebniss aller Untersuchungen über die Wirkung günstiger und ungünstiger Lebensverhältnisse auf die Reproduction der Organismen lässt sich vielleicht kurz in folgenden Sätzen zusammenfassen.

Die Vermehrung, welche für jedes Tier seinen Lebensverhältnissen gemäss eine ganz bestimmte Grösse hat, schwankt je nach den augenblicklichen günstigen oder ungünstigen Bedingungen um dieses Mittel. Im Überfluss z. B. tritt eine verstärkte Vermehrung ein. Da nun infolge eingetretener Arbeitsteilung dem Weibchen die Aufgabe zugefallen ist, den Stoff zum Aufbau des Embryo zu liefern, so hängt die Stärke der Vermehrung besonders von der Zahl der Weibchen ab. Unter günstigen Umständen steigert sich aber nicht nur die Reproduction überhaupt, sondern besonders die Erzeugung von Weibchen. Mit hülfe einer grossen Zahl von Weibchen kann daher die Vermehrung erst recht stark

von statten gehen. Das Extrem dieser Erscheinung ist die thelytokische Parthenogenesis, bei der nur Weibchen hervorgebracht werden und in kurzer Zeit eine ungeheuer starke Vermehrung stattfinden kann. Ähnliches gilt im Allgemeinen auch von den übrigen Arten der ungeschlechtlichen Fortpflanzung wie Knospung, Teilung und Paedogenesis. Unter ungünstigen Verhältnissen tritt dagegen wieder geschlechtliche Fortpflanzung ein. Wir fanden diese Gesetze beim Menschen, bei Tieren und bei Pflanzen als allgemein gültig bestätigt.

2. Inzucht.

Wir hatten gesehen, dass infolge von Arbeitsteilung dem weiblichen Geschlecht die Aufgabe zukommt, den Stoff zum Aufbau des Embryo zu liefern. Daraus hatte sich ergeben, dass es eine nützliche Eigenschaft ist, unter gewissen Verhältnissen (nämlich im Überfluss) mehr Weibchen zu produzieren. Und die Thatsachen zeigten, dass die Organismen diese nützliche Eigenschaft besitzen.

Es handelt sich aber jetzt darum, zu untersuchen, welche Aufgabe infolge der Arbeitsteilung im Reproductionsgeschäft dem Männchen zugefallen ist, ob es daher nützlich ist, unter gewissen Verhältnissen mehr Männchen hervorzubringen und ob das Vorhandensein dieser nützlichen Eigenschaft auch wirklich durch Thatsachen nachgewiesen werden kann.

Während das Weibchen mehr den Stoff zum Aufbau des Embryo zu liefern hat, fällt dem Männchen die Aufgabe zu, das Weibchen aufzusuchen, das geduldig der Befruchtung harrt. Es liegt diesem also ob, die geschlechtliche Mischung möglichst differenter Individuen herzuführen, d. h. Inzucht zu vermeiden.

Ebenso wie früher gefunden wurde, dass das Weibchen die Eigenschaften besitzt, welche es besonders dazu befähigen, die Ernährung des Embryo zu besorgen, dass es nämlich mehr Nahrung zu sich nimmt als das Männchen und gegen Schwankungen in der Nahrungszufuhr weit empfindlicher ist — ebenso muss auch jetzt gezeigt werden, dass das Männchen durch geschlechtliche Zuchtwahl Eigenschaften erlangt hat, welche ihm bei der Aufsuchung des Weibchens nützlich sind.

Beim ersten Auftreten von männlichen und weiblichen Elementen im Tierreich sehen wir den charakteristischen Unterchied zwischen den grossen schwer beweglichen Eiern und den vielen kleinen, sehr leicht beweglichen männlichen Elementen.

Schon bei den Protozoen herrschen ähnliche Verhältnisse zwischen den Makrogonidien und den beweglichen Mikrogonidien z. B. des Volvox.

F. Simon[1]) hat darauf hingewiesen, dass es von Vorteil sein muss, wenn die beiden Geschlechtsproducte sich nicht gegenseitig aufsuchen, sondern wenn dies nur von dem einen geschieht, und wenn dieses möglichst klein ist, da alsdann am wenigsten Arbeit zu der Näherung verbraucht wird. Während daher bei den niedrigsten Organismen die Gameten noch ziemlich gleich sind, tritt später in Folge natürlicher Züchtung dieser Grössenunterschied immer deutlicher auf. Durch viele Beispiele stützt er diesen unzweifelhaft richtigen Gedanken.

Aber nicht nur bei den Geschlechtsproducten, sondern auch bei den Tieren selbst lässt sich dieser fundamentale Unterschied nachweisen. Am deutlichsten tritt dieser beim Geschlechtsdimorphismus zu Tage, wie teilweise schon oben gezeigt wurde.

Stets ist es das Männchen, welches eine schlankere Körperform und grössere Beweglichkeit, eine bessere Ausstattung mit Sinnes- und Bewegungswerkzeugen aufweist als das Weibchen, das weniger weit ausgebildet ist, oft ohne Extremitäten und larvenähnlich bleibt, dagegen desto mehr seinem Geschäft, der Production der Jungen, obliegt.

Bei den Cocciden z. B. finden wir kleine geflügelte Männchen und grosse, plumpe, unbewegliche Weibchen. Bei den Aphiden sind ebenfalls die Männchen geflügelt, die Weibchen nicht. (Nur die vipiparen Weibchen einiger Arten sind geflügelt). Dasselbe gilt für den Leuchtkäfer oder das Johanniswürmchen (Lampyris), ferner für die Psychiden. Bei dem sog. Dachdecker (Aglia Tau)[2]), der den Nachtpfauenaugen nah verwandt ist, fliegt nur das Männchen. Das Weibchen fliegt nicht und legt die Eier alle auf einen Fleck, also auf denselben Baum, auf dem es selbst als Raupe aufgewachsen ist. Bei diesen sorgen also nur allein die Männchen für eine Verhütung der Inzucht. Diese leben länger als die Weibchen. Infolge dessen können sie sich auch weiter von ihrer Geburtsstätte entfernen.

Namentlich bei solchen Tieren, bei denen das Weibchen schmarotzt, ist der Geschlechtsdimorphismus besonders auffallend, z. B. bei den Sapphiriniden, den Garneelasseln, den Strep-

---

[1]) Dissertation, Jena, 1883, pag. 43.

[2]) Über die Dauer des Lebens. Weismann, Jena 1882.

sipteren etc. Auch bei einer Eichengallenwespe, Biorhiza aptera resp. Teras terminalis (sie tritt in zwei verschiedenen Generationen auf) sind die Männchen geflügelt, die Weibchen nicht.

Zuweilen sind die Weibchen festsitzend oder zu schwimmenden Colonien vereinigt, während die Männchen frei umherschwimmen, so z. B. bei Conochilus (Rotiferi).

Es wird wohl nicht nötig sein, ausser diesen und den schon früher mitgeteilten noch weitere Thatsachen anzuführen, so bekannt sind diese Verhältnisse.

Das Männchen hat also im allgemeinen bessere Lokomotions- und Sinnesorgane, welche ihm beim Aufsuchen des Weibchens nützlich sind. Während beim weiblichen Geschlecht die vegetative Thätigkeit mehr in den Vordergrund tritt, spielt die animale beim Männchen die grössere Rolle.

Dieses ist auch im allgemeinen das intelligentere, wie z. B. beim Menschen.

Die Nerventhätigkeit tritt bei dem männlichen Geschlecht weit mehr hervor. Gross ist diese z. B. bei der Ejaculation. Daher ist es vielleicht begreiflich, dass nach Preyer die Männchen leichter durch Curare affiziert werden als die Weibchen (namentlich die trächtigen). Frauen sollen auch bei Operationen geringeres Schmerzgefühl zeigen [1]), während die Männer meist allerdings grössere Selbstbeherrschung besitzen.

Es ist unbestreitbar, dass während des Aufsuchens des Weibchens eine gewisse Zeit vergeht. Je eher die Männchen ausgebildet sind, je länger sie sich auf der Suche befinden, desto weiter werden sie sich durchschnittlich von ihrem früheren Aufenthalt entfernen, desto mehr wird die Inzucht vermieden.

Eine derartige nützliche Proterandrie lässt sich für sehr viele Tiere nachweisen. Für eine grosse Zahl von Bienenarten ist dies von W. H. Müller [2]) gezeigt worden. Die ersten Tiere, welche er im Frühling fing, waren überwiegend Männchen. Bei vielen Cynipiden erscheinen die Männchen zuerst [3]). Für Vögel gilt dasselbe, die Männchen sind im Frühling zuerst am Platze. Fische zeigen dieselbe Erscheinung, denn die männlichen Tiere

---

[1]) Dr. H. M. Cohen in Hamburg, Das Gesetz der Vererbung und Befruchtung. Nördlingen 1875, pag. 35.

[2]) W. H. Müller, Proterandrie der Bienen; Dissertation, Jena 1882.

[3]) Adler, Über den Generationswechsel der Eichengallwespen. Zeitschrift f. w. Z. 1881, XXXV.

treffen zuerst auf den Laichplätzen ein. Bei den Pyrosomen werden anfangs nur männliche Geschlechtsproducte gebildet.

Ebenso lässt sich für viele festsitzende hermaphroditische Tiere zeigen, dass die männlichen Genitalproducte frühzeitiger reif sind als die weiblichen. Dies gilt z. B. für die Spongie Aplysilla. „Aplysilla violacea ist hermaphroditisch [1]). Jedoch wird einer Selbstbefruchtung dadurch vorgebeugt, dass in den Krusten die männlichen und weiblichen Genitalorgane nicht zu gleicher Zeit, sondern die ersteren um 14 Tage früher zur Reife gelangen als die letzteren. Man findet neben reifen Spermaballen gewöhnlich junge Eier, neben reifen Eiern jedoch niemals Spermaballen.“ Vielleicht liesse sich auch das Beispiel der Hydra hier anführen, welche während des ganzen Jahres Sperma bildet, während die Eier nur im Herbst erscheinen.

Selbst bei Pflanzen findet sich da, wo die Geschlechtsreife zeitlich getrennt ist, meist Proterandrie. Nur einige sind proterogyn, was mit speciellen Befruchtungserscheinungen zusammenhängt, z. B. Aristolochia. Hierauf kann jedoch nicht näher eingegangen werden.

Aus den verschiedenen angeführten Thatsachen geht als unzweifelhaft hervor, dass in bezug auf die Fortpflanzung eine Arbeitsteilung zwischen beiden Geschlechtern eingetreten ist und dass den Männchen die Aufgabe zugefallen ist, das Weibchen aufzusuchen, während letzteres, wie bereits früher gezeigt, den Stoff zum Aufbau des Embryo liefert. Daraus folgt zugleich, dass fast allein dem Männchen die Aufgabe zukommt, Inzucht zu vermeiden.

Es tritt nun die Aufgabe an uns heran, zu untersuchen, ob die Stärke der geschlechtlichen Mischung [2]) besonders von der Zahl der Männchen abhängt.

Für das Extrem eines Mangels an Männchen, für die Parthenogenesis ist es am leichtesten, dies einzusehen. Wenn ein Weibchen ohne jede Befruchtung Junge hervorbringt, so ist dies das Extrem der Inzucht. Dasselbe gilt für jede ungeschlechtliche Fortpflanzung, Teilung, Knospung.

---

[1]) R. v. Lendenfeld, Über Coelenteraten der Südsee, II. Z. f. w. Z. XXXVIII. B. (1883) 2. Heft, pag. 261.

[2]) Es sei gestattet, diesen Ausdruck zu gebrauchen. Es ist hierunter die geschlechtliche Verbindung von mehr oder minder differenten Individuen zu verstehen.

Auch für alle übrigen Sexualverhältnisse lässt sich die Abhängigkeit der geschlechtlichen Mischung von der Zahl der Männchen leicht nachweisen. Je weniger Männchen bei einem grossen Überschuss von Weibchen vorhanden sind, desto weniger weit brauchen erstere die Weibchen aufzusuchen, desto eher werden sie solche finden und befruchten. Je weniger weit ein Männchen aber geht, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass es ein ihm mehr oder minder verwandtes Weibchen befruchtet.

Man könnte dies bezweifeln und es ist daher nötig, es mit einigen kurzen Worten zu erläutern. Man beachte, dass, wie schon früher angeführt wurde, Geschwistertiere sich von ihrer Geburtsstätte aus verbreiten. Auf ihrem Verbreitungsgebiet liegen aber die Geburtsstätten ihrer Jungen, welche von hier aus ihren Ausgangspunkt nehmen werden. Hieraus folgt, dass die Verbreitungsgebiete zweier Tiere einander desto näher liegen, je näher die Tiere verwandt sind. Der Wahrscheinlichkeit nach wird also ein Tier desto eher ein verwandtes treffen, je weniger weit es sich entfernt. Es kann natürlich auch ein oder mehrere Male das Entgegengesetzte eintreffen; aber es handelt sich nicht darum, was sein kann, sondern darum, was durchschnittlich der Fall ist.

Bei Mangel an Männchen ist also die Wahrscheinlichkeit gross, dass ein verwandtes Weibchen befruchtet wird, d. h. die Stärke der geschlechtlichen Mischung ist gering, es findet mehr oder minder Inzucht statt.

Leicht lässt sich nachweisen, dass bei Überschuss von Männchen das Gegenteil, nämlich starke geschlechtliche Mischung eintritt. Bei Mangel an Weibchen wird das Männchen weit gehen müssen, ehe es ein solches findet. Die Wahrscheinlichkeit, dass es ein ihm verwandtes befruchtet, ist also sehr gering.

Hieraus folgt also, dass die Stärke der geschlechtlichen Mischung, die Vermeidung der Inzucht, besonders von der Zahl der Männchen abhängt. Es ist dies das Analogon zu dem früher bewiesenen Satze, dass die Stärke der Vermehrung besonders von der Zahl der Weibchen abhängt, weil diesen die Lieferung des Stoffes obliegt.

Wenn nun die Männchen die Aufgabe haben, Inzucht zu vermeiden, so folgt hieraus, dass es eine nützliche Eigenschaft ist, unter solchen Verhältnissen mehr Männchen zu produzieren, unter welchen eine stärkere

geschlechtliche Mischung von Nutzen für die Fortpflanzung der Tiere ist.

Worin die schädlichen Wirkungen der Inzucht bestehen, wird weiter unten erläutert. Dass sie überhaupt nachteilig ist, lässt sich nicht bestreiten. Schon die vielen Einrichtungen zur Verhütung derselben könnten als Beweis dienen.

Wird also ein Tier oder eine Pflanze durch irgend welche Verhältnisse zur Inzucht gezwungen, so ist dies schädlich für ihre Fortpflanzung. Es wäre also für letztere nützlicher, wenn eine stärkere geschlechtliche Mischung einträte. Letztere kann aber durch eine Mehrproduction von Männchen erzielt werden.

Folglich ist es eine nützliche Eigenschaft, bei Inzucht ceteris paribus mehr Männchen zu produzieren.

Einige Thatsachen sind hierüber bereits bekannt und sie mögen hier angeführt werden. Nach Nagel[1]) tragen die Gräser nach wiederholter Aussaat nur männliche Blüten; ferner soll die monöcische Dattelpalme, nachdem sie durch mehrere Jahrgänge Früchte getragen hat, in einem nächstfolgenden zum Ärger des Besitzers nur männliche Blüten hervorbringen. Nach demselben Autor degeneriert auch der Hanf, wenn nicht für frischen Anbau gesorgt wird, und es nehmen alsdann die grobfaserigen männlichen Individuen überhand.

Goehlert[2]) hat sehr eingehende Untersuchungen über die Vererbung der Haarfarbe der Pferde angestellt. In bezug auf das Sexualverhältniss der Fohlen teilt er folgende Zahlen mit:

	Fohlen			
	Summa	männl.	weibl.	Sex.-verh.
Gleichfarbige Elterntiere warfen	1150	549	601	91,3 : 100
Ungleichfarbige „ „	1145	499	646	77,2 : 100

Diese Zahlen besagen, dass, wenn Hengst und Stute gleiche Farbe haben, mehr Männchen geworfen werden, als wenn sie ungleichfarbig sind. Zu dem Begriff der Inzucht aber gehört durchaus nicht unbedingt die Notwendigkeit naher Verwandtschaft, sondern besonders die Ähnlichkeit der Eigenschaften bei den Elterntieren.

---

[1]) Ausland, No. 19, 1879, Prof. Dr. E. Nagel, Das Propagationsgesetz in der Tierwelt.

[2]) Zeitschrift f. Ethnologie, XIV, 1882, pag. 145. Über die Vererbung der Haarfarben bei den Pferden.

Bei der Verbindung von gleichfarbigen Tieren herrscht also mehr oder weniger Inzucht und dem-gemäss werden mehr Männchen produziert. Bei der Kreuzung der verschiedenfarbigen Varietäten entstehen jedoch mehr weibliche Individuen.

Goehlert hat diese Erscheinung nicht näher verfolgt, jedoch giebt er eine sehr genaue Tabelle, aus der sich noch folgende Thatsachen feststellen lassen. Die Hauptfarben-varietäten der Pferde sind: Schimmel, Fuchs, Braun, Rappe. Diese Reihenfolge giebt zugleich den Grad ihrer Ähnlichkeit an. Am entferntesten stehen Schimmel und Rappe, eine Kreuzung zwischen diesen lässt also die meisten weiblichen Fohlen erwarten (IV.). Weniger wird dies bei einer Kreuzung z. B. von Schimmel und Braun der Fall sein (III.). Eine solche von Schimmel und Fuchs nähert sich schon der Inzucht und die Zahl der Hengstfohlen muss zunehmen (II.). Bei einer Verbindung endlich von Schimmel mit Schimmel wird sich dies am stärksten zeigen (I.). Dies findet seine Bestätigung durch folgende Zusammenstellung.

		Summe	männl.	weibl.	Sex.-verh.
I.	Verbindung derselben Farbe	1150	549	601	91,3 : 100
II.	Verbindung d. nächststehenden Farben . .	878	407	471	86,2 : 100
III.	Verbindung der zweitnächsten Farben . .	237	85	152	56 : 100
IV.	Verbindung der entferntesten Farben . .	30	7	23	30 : 100

Je unähnlicher sich also Vater- und Muttertier sind, desto mehr weibliche Individuen werden geboren, je näher sie jedoch einander stehen, desto mehr nimmt die Zahl der Männchen bei den Geburten zu. Es geht also hieraus hervor, dass Inzucht eine Mehrgeburt von Männchen herbeizuführen im stande ist. Indessen ist wohl zu beachten, dass diese Zahlen noch zu klein sind, um als definitiv beweisend betrachtet werden zu können. Die Differenz der Sexualverhältnisse aber ist eine bedeutende.

Auch bei den Menschen ist die Stärke der geschlechtlichen Vermischung unter verschiedenen Umständen eine sehr verschiedene.

Die Juden sind stets bestrebt gewesen, sich unvermischt zu erhalten, auch kommen bei ihnen relativ die meisten Verwandtenheiraten vor. In der That ist auch der Knabenüberschuss bei

denselben der höchste, der von einem Volke erreicht wird. Indessen hatten wir bereits früher gesehen [1]), dass sich diese Erscheinung auf eine verzögerte Befruchtung des Eies zurückführen lässt. Ob nun die eine von diesen Ursachen die alleinig wirksame ist, oder ob vielleicht beide zusammenwirken, darüber ist es noch unmöglich, zu entscheiden.

Bei einer Vergleichung der ehelichen und unehelichen Geburten in bezug auf die geschlechtliche Mischung wird man zu dem Resultat kommen, dass bei ersteren weit mehr Inzucht herrscht. In der That findet sich auch bei den ehelichen Kindern ein weit grösserer Knabenüberschuss als bei den unehelichen. Die beweisenden Thatsachen wurden bereits früher mitgeteilt. Wie wir dort sahen, lässt sich diese Erscheinung auch auf frühzeitigere und stärkere Beanspruchung des weiblichen Teiles zurückführen, es scheinen also hier zwei Momente nach derselben Richtung zu wirken. Es sei noch erwähnt, dass Quetelet [2]) in seinem Werke „Sur l'homme“ die Resultate einer statistischen Untersuchung von Bickes anführt, welche bestätigt, dass der Knabenüberschuss bei den unehelichen Kindern geringer ist als bei den ehelichen. Wenn man noch die früher angeführten Thatsachen in betracht zieht, so kann an der Richtigkeit dieses Satzes kein Zweifel mehr übrig bleiben.

Ferner darf man einen ebensolchen Unterschied in der Stärke der geschlechtlichen Mischung annehmen zwischen den Geburten auf dem Lande und denen in der Stadt. Je vereinzelter die Leute wohnen, desto mehr Inzucht wird im allgemeinen stattfinden. Viel weniger wird dies in einer Stadt der Fall sein; denn einmal wohnen hier sehr viele Menschen zusammengedrängt und ferner findet stets ein Zuzug aus entfernteren Gegenden statt, so dass die geschlechtliche Vermischung hier ziemlich stark ist. Dem-entsprechend findet sich auf dem Lande ein grösserer Knabenüberschuss als in der Stadt, wie bereits früher statistisch erwiesen wurde. Indessen lässt sich diese Erscheinung auch auf die Verschiedenheit der Ernährung zurückführen. Beide Momente wirken jedenfalls zusammen, und zwar erscheint der Einfluss der Inzucht hierbei ziemlich wesentlich. Denn in Fabrikstädten, wo doch die stärkste Vermischung auch von ganz verschiedenen Nationalitäten stattfindet, ist selbst beim unteren Volke der Knabenüber-

---

[1]) Dort finden sich nähere Zahlenangaben.
[2]) Sur l'homme etc., pag. 46.

schuss kein bedeutender. Die schlechte Ernährung wird zum männlichen Geschlecht bestimmend wirken, trotzdem findet keine so bedeutende Mehrgeburt von Knaben statt wie auf dem Lande, weil hier eine sehr starke Mischung, auf dem Lande aber etwas mehr Inzucht stattfindet.

Ebenso wie Mangel im stande ist, die ungeschlechtliche Vermehrung in geschlechtliche zu verwandeln, also die Production von Männchen herbeizuführen, ebenso zeigt auch die Inzucht diese Wirkung. Die ungeschlechtliche Vermehrung ist aber bereits das Extrem der Inzucht und daher kann dieselbe bei gleichbleibenden Ernährungsverhältnissen nicht dauernd fortgesetzt werden. Die Natur schreckt gleichsam vor beständiger Inzucht zurück.

Indessen ist nicht jede ungeschlechtliche Vermehrung unter allen Umständen als Inzucht zu betrachten. Darwin hat bewiesen, dass ein Wechsel des Bodens oder des Klimas bei Pflanzen dieselbe kräftigende Wirkung besitzt wie die geschlechtliche Mischung des Protoplasmas.

Unter gleichbleibenden Lebensbedingungen aber kann die ungeschlechtliche Vermehrung nicht dauernd stattfinden, sondern die gehäufte Wirkung der Inzucht veranlasst eine geschlechtliche Mischung. Kultiviert man z. B. die Alge Vaucheria in einem Glase mit Wasser, so bemerkt man zunächst nur ungeschlechtliche Reproduction mittelst Schwärmsporen. Erst wenn zahlreiche Generationen entstanden sind, bilden sich auch Sexualorgane. Auf die Erscheinungen bei der Parthenogenesis wird die Untersuchung noch einmal zurückkommen. —

Wollen wir nun weiter wissen, unter welchen Verhältnissen eine stärkere geschlechtliche Mischung von Nutzen für die Fortpflanzung ist, so muss zunächst untersucht werden, welche Schädlichkeiten die Inzucht mit sich bringt. Daraus wird sich ergeben, unter welchen Umständen diese schwächer und wann sie stärker hervortreten, d. h. wann die Inzucht unschädlich und wann sie besonders schädlich ist. In letzterem Falle wird dann eine Mehrgeburt von Männchen sehr nützlich sein.

Durch diese Untersuchungen werden wir zugleich eine merkwürdige Beziehung zwischen der Wirkung der verschieden starken geschlechtlichen Mischung und der der verschieden starken Ernährung finden.

Was die Schädlichkeit der Inzucht anbelangt, so lieferten

die ausgedehnten Zuchtversuche, welche Crampe[1]) mit zahmen Wanderratten (Mus decumanus) anstellte, folgendes Resultat.

Inzucht liefert kleine, leichte Tiere.

Ihre Sterblichkeit ist grösser, denn

von 153 Würfen aus Verwandtschaftsehen starben 39 = 25,5 %
„ 299 „ „ Mischehen „ 28 = 8,4 %

Ferner nimmt ihre Fruchtbarkeit ab; denn „die Kreuzungsproducte der Familien waren mit ihren Brüdern, Vätern, Grossvätern und Mestizen viel fruchtbarer, als die in Blutschande gezogenen Familien unter denselben Verhältnissen.“

Wenn man diese Wirkungen der Inzucht betrachtet, kann man sich nicht verhehlen, dass sie genau dieselben sind, als wenn die Tiere im Zustande eines mehr oder weniger starken Nahrungsmangels gelebt hätten; die Wirkungen einer zu schwachen geschlechtlichen Mischung sind also dieselben wie die einer zu schwachen Ernährung.

Dass dieser Satz auch für die Einwirkung auf die Geschlechtsentstehung gilt, wurde bereits an Thatsachen gezeigt.

Rolph[2]) hat daher einen geistreichen Vergleich gezogen zwischen der Ernährung und der Conjugation. Er hält letztere gleichsam für die Stillung eines Hungers. Er unterscheidet daher von der gewöhnlichen Ernährung mit Ungleichartigem, d. h. mit andern Tieren oder Pflanzen, Heterophagie, die Ernährung mit Gleichartigem, Isophagie, wie sie bei der Conjugation zweier Zellen oder beim Eindringen des Spermatozoen in das Ei stattfindet. So geistreich dieser Vergleich genannt werden muss und so vorzüglich er auch eine ganze Reihe von Erscheinungen erklärt, so haben sich doch bedeutende Forscher gegen eine solche Ansicht ausgesprochen. Namentlich Sachs[3]) wendet sich gegen diese Deutung, wie aus folgenden Worten hervorgeht: „Dass es auf eine blosse Vermehrung der Substanz der Fortpflanzungszelle nicht ankommt, zeigen alle diejenigen Fälle, wo eine verhältnissmässig grosse Eizelle durch ein winzig kleines Spermatozoid befruchtet wird, dessen gesammte Substanz kaum den tausendsten Teil ihrer eigenen Masse beträgt und dieselbe Betrachtung ergiebt sich un-

---

[1]) Crampe, Zuchtversuche mit zahmen Wanderratten. 1. Resultate der Zucht in Verwandtschaft.

Landwirtschaftliche Jahrbücher, Bd. XII (1883), Heft 3, pag. 402, 409, 418.

[2]) Biologische Probleme.

[3]) Sachs, Vorlesungen, pag. 940.

gezwungen aus allen Beobachtungen über das Verhalten des Pollenschlauches, wenn derselbe die Eizelle einer samenbildenden Pflanze befruchtet." Auch im Tierreich lässt sich ebenso zeigen, dass es nicht nur auf die Quantität, sondern auch auf die Qualität des Protoplasmas ankommt. Nur so lässt sich erklären, dass auch die Eigenschaften des männlichen Teiles vererbt werden, dass zwei Spermatozoiden von gleicher Grösse verschiedene Wirkung haben können, was doch nicht der Fall sein dürfte, wenn es bloss auf eine Ernährung des Eies ankäme.

Gegen die Ansicht, dass es bei der geschlechtlichen Mischung nur allein auf Vermehrung des Protoplasmas ankommt, lassen sich noch mehr schwerwiegende Bedenken aufstellen. Viele Algen zeigen z. B. die bemerkenswerte Eigentümlichkeit, dass Geschwister-schwärmer, d. h. solche, welche in derselben Mutterzelle entstanden sind, sich nicht unter einander, sondern nur mit andern copulieren. Sie vermeiden die Inzucht. Der Qualität des Protoplasmas muss also wohl eine bedeutende Rolle hierbei zukommen.

Rolph[1]) sagt unter anderm: „Wir verstehen, wie eine Vorticelle unter weniger guten Ernährungsverhältnissen eine kleine Knospe, ein Männchen liefert, während sie unter sehr günstigen Verhältnissen sich dichotomiert, das heisst, ein Weibchen liefert. Jetzt sehen wir ein, warum das kleine Männchen sich der Isophagie ergiebt und zu Grunde geht, falls es nicht congeniale Nahrung findet, und warum auch zuweilen zwei Weibchen sich conjugieren." — Man denke sich nun zwei gleich grosse Vorticellen, beide mögen kleinere Männchen absondern. Beide Männchen begeben sich zu der anderen Vorticelle und verschmelzen mit ihr. Während vorher alle Individuen nach Rolph Hunger empfanden, sind sie nach der Conjugation gesättigt. Es drängt sich aber unwillkürlich die Frage auf: Wenn es bloss darauf ankam, sich zu sättigen, warum blieben dann die Männchen nicht da, wo sie waren? Eine Vermehrung des Protoplasmas hat nicht stattgefunden, also kann auch gegen früher keine Sättigung eingetreten sein. Es ist vielmehr eine Vermischung des Protoplasmas, welche stattgefunden hat. Wenn ferner das Männchen Hunger empfindet, warum frisst es dann nichts anderes, warum treibt der Hunger hier gerade zur Isophagie und nicht zur Heterophagie?

---

[1]) l. c. pag. 101.

Diese Einwürfe werden wenigstens in so weit gerechtfertigt sein, dass man daraus schliessen darf, die geschlechtliche Mischung finde nicht lediglich der Vermehrung des Protoplasmas wegen statt, sondern auch die Qualität des Protoplasmas komme in betracht. Und zwar gleichen die Wirkungen der Inzucht, d. h. der Vermischung von zu nah verwandtem (zu ähnlichem) Protoplasma denen einer mangelhaften Ernährung.

Auch Darwin [1]) führt eine grosse Zahl von Thatsachen an, welche zu demselben Resultat führen. „Die Folgen einer eine Zeit lang fortgesetzten Inzucht sind, wie gewöhnlich angenommen wird, Verlust an Grösse, constitutioneller Kraft und Fruchtbarkeit, zuweilen in Begleitung von einer Neigung zu Missbildungen.“ Viele der bedeutendsten Züchter sprechen sogar die stärkste Überzeugung aus, dass eine lange fortgesetzte nahe Inzucht unmöglich sei. Darwin zeigt an sehr vielen Beispielen, dass beim Rinde, Schafe, Hunde, Schweine eine Kreuzung verschiedener Racen grosse, kräftige Individuen mit starker Fortpflanzungsfähigkeit liefert, während die in Inzucht erzeugten schwächlich, wenig reproductionsfähig, oft sogar verkrüppelt und häufig unfruchtbar waren.

Für Hühner und Tauben weist er dasselbe nach.

Bei Bienen hat nach ihm der Hochzeitsflug den Nutzen, eine Inzucht zu umgehen, welche fast unvermeidlich wäre, wenn die Begattung im Stock stattfände. Auch Siebold [2]) sah nie ein Polistespärchen auf dem Neste in Copula.

Es scheint sogar, als wenn die Tiere die Inzucht instinktiv vermieden. Darwin [3]) erzählt, dass eine in Inzucht produzierte Sau sich nicht von dem ihr verwandten Eber begatten lassen wollte, dass sie sich aber beim ersten Versuch mit einem Eber begattete, der ihrem Blute fremd war. Ferner sollen männliche Hirschhunde mehr zu fremden Weibchen hingezogen werden [4]), während die Weibchen Hunde vorziehen, mit denen sie sich eingewöhnt haben. Dass gerade die Männchen diesen Instinkt besitzen, steht in Übereinstimmung damit, dass sie es

---

[1]) Darwin, Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Übers. v. J. V. Carus, II. Band, pag. 102 etc.

[2]) Siebold, Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden. Leipzig 1871, pag. 71.

[3]) l. c. pag. 111.

[4]) Citiert von Darwin, l. c. pag. 114, entnommen aus Cupples, Abstammung des Menschen, 3. Aufl. Übers., Bd. 2, pag. 253.

sind, welchen eine möglichst starke geschlechtliche Vermischung obliegt.

Auch die Wilden von Australien und Süd-Amerika verabscheuen das Verbrechen des Incestes [1]). Wie bekannt, existieren bei den verschiedensten Völkern der Erde Verbote dagegen.

Wenn nun die Wirkungen der Inzucht dieselben sind wie die des Mangels, so folgt hieraus, dass sie wieder compensiert werden können durch die des Überflusses. In der That zeigen die Versuche von Crampe, dass Inzucht bei gleichzeitigem Überfluss unschädlich oder viel weniger schädlich ist als unter sonstigen Verhältnissen. Die Resultate seien in seinen eigenen Worten wiedergegeben [2]): „Die in Blutschande gezogenen Individuen sind anspruchsvoller, schwerer zu ernähren und zu erziehen als die Producte nicht verwandter Eltern desselben Stammes, und verkümmern, wenn ihren Ansprüchen nicht Genüge geschieht.“ Ferner [3]): „Indem den von Generation zu Generation steigenden Ansprüchen der in Blutschande gezogenen Individuen Rechnung getragen wurde, erhält sich die Leistungsfähigkeit der Zucht auf befriedigender Höhe.“ Ferner [4]): „Von Bedeutung ist nun die Thatsache, dass die in Blutschande gezogenen Generationen der zahmen Ratten der Regel nach schnellwüchsig sind. Daran wird voraussichtlich die ausserordentlich reichliche Ernährung der Ratten in der Jugend schuld sein. Dieselbe ist aber schlechterdings notwendig, denn sonst wird aus den Tieren überhaupt nichts. — Die in Blutschande gezogenen Ratten verlangen somit ausserordentlich reiche Ernährung und ganz besonders sorgfältige Wartung und Pflege. Sie sind schwer ernährbar und schwer zu erziehen. Die Ausbildung der Tiere gerät ins Stocken, dieselben verkümmern, wenn ihre vielfachen und grossen Ansprüche nicht befriedigt werden. Und in der That, die Erhaltung der Zucht und die Steigerung der Leistungsfähigkeit derselben ist nur dadurch gelungen, dass den von Generation zu Generation steigenden Ansprüchen derselben genügt wurde.“

---

[1]) Citiert von Darwin, l. c. pag. 113, entnommen aus Sir. G. Grey, Journal of Expeditions into Australia, Vol. II, pag. 243 und Dobrizhoffer, On the Abipones of South America.

[2]) l. c. pag. 394.

[3]) l. c. pag. 395.

[4]) l. c. pag. 401.

Die *ungeschlechtliche Vermehrung*, z. B. die Parthenogenesis muss, wie wir gesehen haben, als das *Extrem der Inzucht* betrachtet werden. Die Thatsache, dass unter normalen Ernährungsverhältnissen aus unbefruchteten Eiern Männchen hervorgehen, kann also ebensowohl als eine Wirkung der Inzucht aufgefasst werden. Die des Überflusses aber hebt die der Inzucht wieder auf und verursacht sogar ein Überwiegen der Weibchenproduction. Wie schon früher erwähnt, sehen wir diesen Übergang bei *Nematus ventricosus*. Bei Verhinderung der Befruchtung tritt vollständige Arrenotokie nur im Frühling und Herbst ein, im Sommer wird die Wirkung der Inzucht durch den Überfluss wenigstens teilweise aufgehoben und es entstehen auch einige Weibchen aus unbefruchteten Eiern. Es muss auf die bereits früher hierüber mitgeteilten Thatsachen verwiesen werden. Bei andern Tieren, z. B. den *Aphiden*, werden während des Überflusses sogar ausschliesslich Weibchen geboren. Wir sehen also, dass die Wirkung der verzögerten Befruchtung und die der Inzucht in ihren Extremen zusammenfallen und als identisch zu betrachten sind. Es drängt sich der Gedanke auf, dass beide eine gemeinsame Ursache haben müssen und es wäre leicht, eine solche theoretisch zu vermuten. Indessen wird es besser sein, dies einer späteren Weiterentwickelung der Theorie vorzubehalten.

Die Schädlichkeit der Inzucht beim Menschen ist oft behauptet und oft bestritten worden. Eine sorgfältige und mühevolle Arbeit hat *George Darwin* [1]) hierüber angestellt. Auf einem sehr umständlichen Wege stellte er den Procentsatz der Ehen zwischen Geschwisterkindern bei besser situierten Leuten fest. Alsdann suchte er in Irrenhäusern die Procentzahl derjenigen Irren auf, welche aus solchen Ehen stammten. Beide Zahlen fand er ziemlich gleich und er schloss daraus, dass die Folgen solcher Ehen wahrscheinlich keine ernstlichen sein könnten. Hiergegen lässt sich jedoch eine Reihe von Einwänden erheben. Der Procentsatz der Geschwisterkinder-ehen ist ein sehr verschiedener und schwankt von 1½ % in London bis 4½ % unter der Aristokratie. Das in betracht kommende Mittel wurde nicht festgestellt; er vermutet, dass 3 % die obere Grenze desselben für die ganze Bevölkerung ist. In den Irren- und Idioten-Anstalten sind nach *Darwin* wahrscheinlich zwischen 3 und 4 % der Kranken Ab-

[1]) Die Ehen zwischen Geschwisterkindern und ihre Folgen von *George Darwin*. Leipzig 1876.

kömmlinge von Geschwisterkindern. Indessen scheint es, als ob das gesuchte Resultat bei dieser Methode innerhalb der Beobachtungsgrenzen fällt. Wenn z. B. $2\frac{1}{2}$ % Geschwisterkinder-ehen durchschnittlich vorkommen, und die hieraus entspringenden Kinder wären dem Irrsinn $1\frac{1}{2}$ mal so stark ausgesetzt als andere, so müssten sich $3\frac{3}{4}$ % in den Irrenhäusern finden. Nach den von Darwin gegebenen Zahlen kann dies sehr wohl möglich sein. — Zweitens lassen sich diese Zahlen nicht direct vergleichen, weil in solchen Ehen wahrscheinlich etwas weniger Kinder geboren werden. Wenn dies richtig ist, und es lassen sich viele Gründe hierfür angeben, so kann die Zahl der Irren auch nicht den Procentsatz erreichen, der ihr eigentlich zukäme. Auch die Sterblichkeit der Kinder ist in diesen Ehen etwas grösser als gewöhnlich, wie sogar G. Darwin [1]) angiebt. — Ferner hat Darwin die Zahl der Geschwisterkinder-ehen bei besser situierten Leuten festgestellt. Diese ist aber weit höher als beim gewöhnlichen Volk. Unter Arbeitern konnte sogar kein einziger Fall gefunden werden [2]). Die Zahl dieser Ehen wurde also jedenfalls zu hoch taxiert. —

Für Tiere wurde bereits gezeigt, dass eine gute Ernährung die Folgen der Inzucht kompensieren kann. Auch für den Menschen scheint dieses Gesetz gültig zu sein. Dr. Eduard Reich [3]) sagt, dass die Wirkung der Ehen zwischen Blutsverwandten desto mehr hervortrete, je schlimmer die äussern Umstände des Daseins dieser Menschen seien. Dr. Mitchell [4]) kam bei seinen Untersuchungen zu dem Resultat, dass unter günstigen Lebensbedingungen die sichtbaren üblen Wirkungen häufig fast Null wären, während schlechte Ernährung, Kleidung und Wohnung das Übel sehr hervortreten liessen. Man ist daher berechtigt, gegen die von Darwin angewandte Methode einzuwenden, dass die Erhebungen nicht bei gut situierten Leuten, sondern beim weniger gut ernährten Volke hätten stattfinden müssen, da bei ersteren die schädlichen Folgen wenig oder gar nicht hervortreten werden. — Ferner darf nicht unerwähnt bleiben, dass andere Forscher, welche einen weit einfacheren Weg der Untersuchung einschlugen, zu einem entgegengesetzten Resultate gelangt sind. Die Forscher auf diesem Gebiete, welche Darwin selbst citiert, sind zum weitaus grössten Teil

---

[1]) l. c. pag. 56.
[2]) l. c. pag. 20.
[3]) Studien über die Volksseele. Jena 1876, pag. 101, citirt von G. Darwin.
[4]) Von G. Darwin erwähnt. l. c. pag. 41.

von der Schädlichkeit der Verwandten-ehen überzeugt. Vor allem sind hier zu nennen Dr. Mitchell, Buxton, Mantegazza und andere.

Später als die Arbeit Darwins ist eine Untersuchung von Dr. Stieda[3]) in Dorpat erschienen. Er weist nach, dass in den Departements von Frankreich, in denen am häufigsten Ehen zwischen Blutsverwandten vorkommen, auch die Zahl der körperlich und geistig Gebrechlichen die grösste ist. Beides wird daher wohl in ursächlichem Zusammenhang stehen. —

Noch ein höchst interessanter Parallelismus zwischen Nahrungsmangel und Inzucht ist hier zu erwähnen. Unter ungünstigen Umständen tritt bei vielen Tieren eine eigentümliche Reduction der Vermehrung ein, indem die Erzeuger ihre Jungen töten oder fressen. Auch der Inzucht schreibt man dieselbe Wirkung zu. Prof. Preyer führt dieses Auffressen und das Anfressen der Jungen durch die Alten auf den Instinkt zurück, den Jungen den Nabelstrang abzubeissen, indem er oft bei Kaninchen nur die Beine abgebissen fand. Auch bei Meerschweinchen fand ich oft die Extremitäten abgebissen. Bei diesen Tieren frisst die Mutter die Placenta auf. Bei Kaninchen fand ich auch häufig die verschiedensten Körperstellen angebissen, sogar den ganzen Kopf aufgefressen, ohne dass eine Extremität verletzt gewesen wäre. Da diese Erscheinung nicht immer, sondern besonders unter ungünstigen Verhältnissen, z. B. bei fortgesetzter Inzucht bei Stalltieren eintritt, so wird in letzteren auch wohl wenigstens eine ihrer Ursachen zu suchen sein.

Es ist also klar, dass Inzucht unter gewöhnlichen Ernährungsbedingungen die Ausbildung und Fortpflanzung der Tiere beeinträchtigt, wie dies auch der Mangel thut, dass ferner diese Wirkungen durch gleichzeitigen Überfluss wieder aufgehoben werden können, dass also im Überfluss Inzucht unschädlich ist.

Wenn bei sehr guter Ernährung mehr Weibchen geboren werden, wie dies früher gezeigt wurde, so findet infolge der Verringerung der Zahl der Männchen mehr oder minder Inzucht statt. Diese schadet aber der Fortpflanzung der Tiere nicht, da Überfluss herrscht. Mit Hülfe der vielen Weibchen findet eine starke Vermehrung statt. Die zahlreichen Jungen, welche infolge der weniger starken geschlechtlichen Mischung weniger widerstands-

---

[3]) Schmidts Jahrb. d. g. Med., 186, pag. 89. Über Ehen zwischen Blutsverwandten.

fähig sind, gehen nicht etwa zu Grunde, sondern werden unter den erleichterten Existenzbedingungen sich ausbilden und fortpflanzen.

Sowie aber Mangel eintritt, werden mehr Männchen geboren, es tritt also stärkere geschlechtliche Mischung ein. Die Mehrgeburt von Männchen ist nicht nur deshalb nützlich, weil dadurch die zu starke Vermehrung beschränkt wird, sondern auch deswegen, weil die starke geschlechtliche Mischung widerstandsfähigere Tiere erzeugt, wie sie für den gesteigerten Kampf ums Dasein notwendig sind. —

Bei Pflanzen sind zur Verhütung der Selbstbefruchtung die erstaunlichsten Einrichtungen getroffen; nur ausnahmsweise kann diese eintreten, wenn die Fremdbefruchtung ausbleibt. Bei ihnen ist die Schädlichkeit der Inzucht und Selbstbefruchtung sehr eingehend untersucht worden. Schon Knight, Herbert, Gärtner hatten derartige Beobachtungen angestellt. Darwin aber stellte sorgfältige Untersuchungen an namentlich über die verminderte Reproductionsfähigkeit der durch Inzucht erhaltenen Individuen.

Bei Ipomea purpurea, Mimulus luteus wurden die aus Kreuzung erhaltenen Pflanzen grösser, sie blühten früher und trugen zahlreichere Samenkapseln als die aus Selbstbefruchtung hervorgegangenen. Erstere waren auch weit lebenskräftiger, sie hatten günstigere Chancen in dem Kampf ums Dasein gegen andere Concurrenten und waren widerstandsfähiger gegen ungünstige Witterung [1]).

„Ferner ergeben in einem gewissen Grade verwandte Pflanzen, welche während mehrerer Generationen unter einander gekreuzt worden waren, wenn sie mit Pollen von einem frischen Stamme befruchtet werden, Sämlinge, welche den Sämlingen der untereinander gekreuzten Generationen ebenso überlegen waren, wie es diese letzteren den selbstbefruchteten Pflanzen der entsprechenden Generationen gegenüber waren“ [2]).

---

[1]) Die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich. Übers. v. J. V. Carus, pag. 25—74 und
Das Variiren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Übers. v. J. V. Carus. II. Bd., pag. 119.
Annals and Magazine of Natural History, III Series, Vol. II, 1858, pag. 459: On the Agency of Bees in the Fertilization of Papilionaceous Flowers, and on the Crossing of Kidney Beans.

[2]) Die Wirkungen etc., pag. 43.

Dasselbe wies er durch zahlreiche Experimente auch für viele andere Pflanzen nach.

Bei einigen kommt ein Dimorphismus und Trimorphismus vor, insofern Griffel und Staubfäden der einzelnen Blüten verschiedene Länge besitzen. Die Befruchtung ungleich gebauter Blüten (die legitime Kreuzung nach Darwin) liefert normale und völlig fruchtbare Individuen, die gleichgebauter Blüten (die illegitime Kreuzung nach Darwin) dagegen liefert Pflanzen von schwachem Wuchs, von verminderter Fruchtbarkeit, ja sogar mit Unfruchtbarkeit.

Er experimentierte mit einer grossen Anzahl von Pflanzen, namentlich mit Lythrum salicaria[1]). „Hier erreichten mehrere illegitime Pflanzen niemals die halbe gehörige Höhe. Dieselben Pflanzen blüten nicht in einem so frühen Alter oder zu einer so frühen Periode im Jahre, wie sie gethan haben sollten.“ „Einige der unfruchtbarsten Pflanzen ergaben nicht einmal ein einziges Samenkorn, wenn sie legitim mit Pollen von legitimen Pflanzen befruchtet wurden.“

Ferner führt Darwin eine grosse Zahl von Experimenten anderer Forscher an, welche das Gesagte bestätigen. Namentlich Hildebrand[2]) und andere haben die Zahl der Versuche noch bedeutend vermehrt. —

Oft sind indessen die durch Inzucht erhaltenen Samen schwerer als die durch Kreuzung erhaltenen. Dies tritt dann ein, wenn nur wenige gebildet werden. Darwin sagt hierüber[3]): „Wenn wenig Samenkörner produciert werden, scheinen diese häufig besser genährt und schwerer zu sein, als wenn viele produciert werden“. Das Gesammtgewicht der durch Inzucht erhaltenen Samen war natürlich dennoch viel geringer als das der durch Kreuzung erhaltenen. Unter zehn von sechzehn Fällen wogen die selbstbefruchteten Samenkörner ebenso viel oder mehr pro Stück als die gekreuzten.

Auch bei Tieren sind ähnliche Beobachtungen gemacht worden. Preyer liess Meerschweinchen sich in der stärksten

---

[1]) Die verschiedenen Blütenformen an Pflanzen der nämlichen Art, pag. 181 etc.

[2]) Jahrbücher f. wiss. Bot., 7, pag. 423. Hildebrand: Über die Bestäubungsvorrichtung bei den Fumariaceen.

Bot. Zeitung, 1871, pag. 415: Hildebrand: Experimente und Beobachtungen an einigen trimorphen Oxalis-Arten.

[3]) l. c. pag. 91, besonders pag. 343.

Verwandten-Inzucht fortpflanzen. Die Fruchtbarkeit nahm bedeutend ab, bis zuletzt nur ein einziges Tier geboren wurde. Dieses aber war sehr gross, äusserst wohl genährt und ungemein kräftig [1]).

Dasselbe zeigte sich bei den Zuchtversuchen von Wright [2]).

Die in der stärksten Inzucht producierten Schweine waren idiotisch und ohne Instinkt zum Saugen. „Dem Ansehen nach die beste Sau, welche während der ganzen sieben Generationen produziert wurde, war eine von der letzten Descendenzstufe, aber der ganze Wurf bestand nur aus dieser einzigen Sau.“ —

Bei seinen Untersuchungen lag Darwin nur daran, zu constatieren, dass Inzucht überhaupt schädlich sei. Daher ging er nicht noch einen Schritt weiter, nämlich zu untersuchen, ob diese schädlichen Wirkungen nicht durch die günstigen eines Nahrungsüberflusses wieder aufgehoben werden könnten.

Einige Umstände aber zeigen, dass er der Sache nahe war. Er pflanzte nämlich die durch Selbstbefruchtung und die durch Kreuzung erhaltenen Samen in denselben Topf, aber auf entgegengesetzte Seiten. Die Pflanzen mussten also einfach um ihre Existenz kämpfen und bei einzelnen Töpfen bemerkt er sogar ausdrücklich, dass „die Pflanzen, weil sie so dicht gedrängt standen, ärmliche Exemplare waren“ (z. B. Topf III Ipomoea purpurea) [3]).

Das Resultat war natürlich, dass die gekreuzten Pflanzen viel grösser und kräftiger wurden, früher blühten und viel mehr Samen trugen als die durch Selbstbefruchtung erhaltenen. Darwin sagt aber: „Es ist von Wichtigkeit, dass die beiden Samenpartien auf entgegengesetzten Seiten eines und desselben Topfes gesät oder gepflanzt werden, so dass die Sämlinge gegen einander anzukämpfen haben. Denn wenn sie getrennt in sehr reichlichem und gutem Boden gesät werden, ist oft nur sehr wenig Verschiedenheit in ihrem Wachstum zu bemerken“ [4]). Er hatte also wohl die compensierende Wirkung eines starken Nahrungszuflusses beobachtet, ohne aber diese Erscheinung weiter zu verfolgen.

---

[1]) Preyer, Specielle Physiol. d. Embryo, 1883, pag. 8.

[2]) Von Darwin citiert: Das Variieren der Tiere u. Pflanzen, II. Bd., pag. 111, entnommen aus: Journal Royal Agricultur. Soc. of. England, 1846, Vol. VII, pag. 205.

[3]) Die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich. Übers. v. J. V. Carus.

[4]) Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Übers. v. J. V. Carus. II. Bd., pag. 119.

Man sehe z. B. pag. 195, Tabelle LXXXIV, Nicotiana tabacum.

Ferner ist sehr bemerkenswert, dass er bei der Beschreibung fast jeden Topfes ausdrücklich sagt, dass zwischen den durch Selbstbefruchtung und den durch Kreuzung erhaltenen Pflanzen anfangs kein Unterschied gewesen sei. Im Anfang also, wo noch kein Kampf um die Nahrung herrschte und die jungen Pflänzchen noch überflüssigen Raum und Stoff im Boden fanden, konnten die Wirkungen der Inzucht infolge der Compensation durch den Überfluss nicht zum Ausdruck gelangen. Erst später als Mangel eintrat, machten sie sich um so schärfer geltend [1]).

Darwin vermied bei seinen Experimenten einen Nahrungsüberfluss. Er säete die Samen dicht in Töpfe oder zwischen Unkraut oder sonstige Pflanzen, kurz er gestaltete ihre Lebensverhältnisse so ungünstig wie möglich. Pflanzte er die zu untersuchenden Individuen teils in Töpfe, teils ins freie Land, „wo sie besser genährt wurden als in den Töpfen und zu einer bedeutenderen Höhe heranwuchsen", so war der Unterschied zwischen der Lebenskräftigkeit der durch Selbstbefruchtung und der durch Kreuzung erhaltenen Pflanzen bei den besser genährten lange nicht so gross als bei den in Töpfen wachsenden. Schon Darwin erkannte, dass dies eine Folge der heftigeren gegenseitigen Concurrenz, also der schwächeren Ernährung sei [2]). Dasselbe war der Fall, wenn alle Pflanzen frühzeitig abstarben bis auf zwei concurrierende [3]).

Jedoch kann, wenn der Beweis noch zwingender gestaltet werden soll, statistisch mit Hülfe der von Darwin gegebenen Tabellen nachgewiesen werden, wie Nahrungsüberfluss die Wirkung der Inzucht compensiert. Darwin hat nämlich stets mit peinlicher Genauigkeit angeführt, unter welchen Verhältnissen seine Pflanzen aufwuchsen. Bei sehr vielen seiner Experimente pflanzte er manche Individuen sehr dicht gedrängt in einen Topf, andere weniger gedrängt in Töpfe, so dass sie sich keine bedeutende Concurrenz machten, und endlich einige ins freie Land, wo sie ohne jede Störung wachsen konnten. Erstere waren am schlechtesten, letztere am besten genährt. Bei ersteren zeigte sich die Wirkung der Inzucht am stärksten, bei letzteren am schwächsten. Verglei-

---

[1]) Z. B. l. c. pag. 35. Hier waren die durch Selbstbefruchtung erhaltenen Pflanzen anfangs sogar grösser als ihre Gegner.

[2]) Z. B. l. c. pag. 111. Reseda lutea. Ferner l. c. pag. 113. Reseda odorata. Unter den günstigen Umständen erreichten die durch Selbstbefruchtung erhaltenen Pflanzen eine etwas grössere Höhe als die von gekreuzter Abkunft.

[3]) l. c. pag. 182.

chen wir nun bei jeder Tabelle die dichtgedrängt wachsenden mit dem von Darwin gegebenen Gesammtresultat. Dadurch tritt der Unterschied zwischen den dicht gedrängt und den freier wachsenden nicht so scharf hervor. Aber ich verfahre absichtlich so, um unnötige Rechnungen zu vermeiden, um eine Controle der Zahlen zu erleichtern, und um mich möglichst an die von Darwin gegebenen Zahlen zu halten. Die Numerierung der Tabellen ist dieselbe wie in Darwins Werk. Die Höhen sind natürlich wie bei Darwin in Zollen gegeben. Das Resultat ist das Verhältniss der Gesammthöhe der durch Kreuzung zu der durch Selbstbefruchtung erhalten; die der Gekreuzten ist hierbei gleich 100 gesetzt. Je kleiner also die in der letzten Columne angegebene Zahl ist, desto mehr hatten die durch Selbstbefruchtung erhaltenen Individuen gelitten. Dies ist im allgemeinen bei den unter ungünstigen Verhältnissen wachsenden der Fall.

Ipomea purpurea. Tabelle I.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Dicht gedrängt	1	77	1	57	74
Total	6	516	6	394	76

Ipomea purpurea. Tabelle X.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Dicht gedrängt	3	$274\frac{4}{8}$	3	$211\frac{2}{8}$	77
Total	14	1139,5	14	897,0	79

Ipomea purpurea. Tabelle XII.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Dicht gedrängt	4	$271\frac{6}{8}$	4	264	97
Total	31	2270,25	31	2399,75	105,7

Ipomea purpurea. Tabelle XIII.

	Colchester-gekreuzt		Unter sich gekreuzt		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Dicht gedrängt	6	448 2/8	6	301 2/8	67
Total	19	1596,50	19	1249,75	78

Mimulus luteus. Tabelle XIX.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Dicht gedrängt	3	25 7/8	3	28 7/8	111,6
Total	16	159,38	16	175,50	110

Mimulus luteus. Tabelle XX.

	Chelsea-gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Dicht gedrängt	3	52 2/8	3	29 6/8	56,9
Mittel des Totalen	28	21,62	19	10,44	52

Mimulus luteus. Tabelle XXI.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Dicht gedrängt	3	44 7/8	3	37 3/8	83
Total	15	210,88	15	140,75	66,7

Mimulus luteus. Tabelle XXII.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Dicht gedrängt	4	65 6/8	4	68 6/8	104,6
Total	22	370,88	22	353,63	95

Digitalis purpurea. Tabelle XXIV.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Mittel der Dichtgedrängten	9	39,86	9	35,88	90
Mittel des Totalen	25	43,2	25	39,82	92

Reseda lutea. Tabellen XXXV und XXXVI.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
In Töpfen wachsend	24	412,25	24	350,86	85
Im freien Lande wachsend	8	224,75	8	185,13	82

Reseda odorata. Tabellen XXXVII und XXXVIII.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
In Töpfen wachsend	19	522,25	19	428,50	82
Im freien Lande wachsend	8	206,13	8	216,75	105

Reseda odorata. Tabellen XXXIX und XL.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
In Töpfen wachsend	20	599,75	20	554,25	92
Im freien Lande wachsend	8	207,38	8	188,38	90

Viscaria oculata. Tabelle XLV.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Dicht gedrängt	1	$30\frac{2}{8}$	1	32	107
Total	15	517,63	15	503,36	97

Petunia violacea. Tabelle LXXX.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Dicht gedrängt	4	$188\frac{7}{8}$	4	$101\frac{3}{8}$	53
Mittel des Totalen	15	46,79	15	32,39	69

Petunia violacea. Tabelle LXXXI.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Dicht gedrängt	3	$141\frac{6}{8}$	3	$76\frac{3}{8}$	54
Total	13	581,63	13	349,36	60

Petunia violacea. Tabelle LXXXII.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Dicht gedrängt	2	$83\frac{2}{8}$	2	$36\frac{3}{8}$	43,6
Total, in Töpfen wachsend	22	1190,50	21	697,88	61
In freiem Lande wachsend	10	382,75	10	233,13	61

Nicotiana tabacum. Tabelle LXXXIV.

	20. Mai 1868					6. December 1868				
	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe		Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Dicht gedrängt	1	5	1	5	100	1	$11\frac{4}{8}$	1	11	95
Total	4	31,5	4	59,5	188	4	74,0	4	131,0	177

Nicotiana tabacum. Tabellen LXXXVIII, LXXXIX, XC.

	Aus Topf II. Tab. LXXXVII.					Aus Topf V. Tabelle LXXXVIII.				
	Kew-gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss	Kew-gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe		Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
Dicht gedrängt im Topf w.	6	175,63	6	101,50	57,7	6	202,75	6	105,13	51,8
In Töpfen wachsend	14	902,63	14	636,13	70,4	12	743,13	12	447,38	60,2
Im freien Lande wachsend	10	478,75	10	286,86	59,9	10	496,13	10	417,25	84,1

Beta vulgaris. Tabelle XCVI.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
In Töpfen wachs.	4	272,75	4	238,50	87
Im freien Lande wachsend	8	30,92	8	30,7	99

Phalaris canariensis. Tabellen XCVIII u. XCIX.

	Gekreuzt		Selbstbefr.		Höhenverhältniss wie 100 zu
	Zahl	Höhe	Zahl	Höhe	
In Töpfen wachs.	11	428,00	11	392,63	92
Im freien Lande wachsend	12	429,5	12	402,0	93

Fast bei allen Zahlen zeigt sich, dass der Höhenunterschied desto grösser ist, je mehr die Pflanzen dem Nahrungsmangel ausgesetzt waren. Nur einzelne bieten eine Ausnahme und bei diesen handelt es sich meist um eine kleine Zahl von Individuen. Um das Gesamtresultat besser überschauen zu können, habe ich aus sämtlichen Zahlen das mittlere Höhenverhältniss berechnet, wie folgende Übersicht zeigt.

Dicht gedrängt		In Töpfen wachsend	
Zahl der Individuen	Mittleres Höhenverhältniss wie 100 zu	Zahl der Individuen	Mittleres Höhenverhältniss wie 100 zu
60	74,9	270	83,13

In Töpfen wachsend		Im freien Lande wachsend	
Zahl der Individuen	Mittleres Höhenverhältniss wie 100 zu	Zahl der Individuen	Mittleres Höhenverhältniss wie 100 zu
126	78,16	74	83,43

Bei Dichtsaat also zeigen die gekreuzten Individuen die stärkste Überlegenheit über die durch Selbstbefruchtung erhaltenen, während dieser Unterschied viel geringer ist zwischen solchen, die im freien Lande wuchsen und denen der betreffenden Versuchsreihe, welche in Töpfen wuchsen.

Hiermit ist auf das Bestimmteste nachgewiesen, dass die gekreuzten Individuen unter günstigen Umständen nicht so sehr überlegen sind als unter ungünstigen, dass also die Wirkungen der Selbstbefruchtung durch Überfluss compensiert werden können.

Es ist nötig, noch einen hierher gehörigen Versuch zu erwähnen, welcher in obigen Tabellen nicht enthalten ist. Ich führe die Worte Darwins an[1]):

„Petunia violacea. Acht gekreuzte Pflanzen verhielten sich zu acht selbstbefruchteten der dritten Generation in mittlerer Höhe wie 100 zu 131, und in einem frühen Alter waren die gekreuzten selbst in einem noch höheren Grade niedriger. Es ist aber eine merkwürdige Thatsache, dass in einem Topfe, in welchem Pflanzen beider Sätze äusserst gedrängt wuchsen, die gekreuzten drei mal so hoch waren, wie die selbstbefruchteten.“ Ähnliches beobachtete er bei Iberis. Die durch Selbstbefruchtung erhaltenen behaupteten ihren Vorrang vor den gekreuzten. „Einige von diesen selben Samenkörnern von Iberis wurden auf die entgegengesetzten Seiten von Töpfen gesäet, welche mit gebrannter Erde und reinem Sande, die also keinerlei organische Substanz enthielten, gefüllt waren, und nun wuchsen die jungen gekreuzten Sämlinge während ihres kurzen Lebens bis zur doppelten Höhe der selbstbefruchteten heran in derselben Weise, wie es mit den beiden obigen Sätzen von Sämlingen der Petunia eintrat, welche sehr zusammengedrängt und daher sehr ungünstigen Bedingungen ausgesetzt waren.“

Wir haben also gesehen, dass auch bei Pflanzen die Wirkung der Inzucht übereinstimmt mit der eines Nahrungsmangels. Und

[1]) l. c. pag. 267.

zwar ist dies auch in sofern der Fall, als diese Wirkung wieder aufgehoben werden kann durch Überfluss an Nahrung. —

Es muss noch auf eine äusserst interessante, vielleicht allgemeine Eigenschaft der durch Inzucht erhaltenen Individuen hingewiesen werden. Diese zeigen nämlich in ihrem Verhalten, dass sie für die Ausnutzung eines augenblicklichen Überflusses angepasst sind, wofür folgende Thatsachen sprechen. Während Darwin erwartete, dass die gekreuzten eher keimen und auch anfangs sich rascher entwickeln sollten, erhielt er sehr häufig das entgegengesetzte Resultat [1]). Unter einundzwanzig Fällen keimten zweimal beide Sätze gleichzeitig. Unter den neunzehn übrigen keimten in zehn Fällen die selbstbefruchteten eher als die gekreuzten und nur in neun Fällen entsprach das Verhalten den Erwartungen Darwins. Die durch Inzucht erhaltenen entwickelten sich also überraschend schnell.

Mehr oder weniger Inzucht findet, wie früher gezeigt wurde, dann statt, wenn im Überfluss eine stärkere Vermehrung mit Hülfe einer grösseren Zahl von Weibchen eintritt. Unter diesen Umständen ist diese Inzucht unschädlich. Aber es scheint auch, als wenn die durch Inzucht erzeugten Individuen, welche in der Natur meist nur dann auftreten, wenn Überfluss herrscht, die Eigenschaft erworben hätten, möglichst rasch sich zu entwickeln. Hierdurch erlangen sie die Fähigkeit, den augenblicklich herrschenden Überfluss ausnützen zu können.

Auch andere Forscher machten ähnliche Beobachtungen. Hoffmann [2]) fand dies bei seinen Versuchen über die Wirkung der Selbstbefruchtung bei Mercurialis annua. „Ich will hinzufügen, dass diese Samen ganz ebenso vollkommen ausgebildet waren, wie andere, indem dieselben nach angestellter Probe leicht und sogar sofort — also ohne Ruhezeit — keimten.“

Wir hatten bereits früher durch eine theoretische Überlegung erkannt, dass eine Mehrproduction von Weibchen im Überfluss besonders für solche Tiere von Nutzen ist, welche rasch geschlechtsreif werden. Bei parthenogenetisch sich fortpflanzenden Tieren hatten wir alsdann gesehen, dass die Sommergenerationen die nützliche Eigenschaft besassen, sehr rasch geschlechtsreif zu werden und dass infolge dessen eine ausserordentlich starke Ver-

[1]) l. c. pag. 344, auch pag. 26, 35, 63 etc.

[2]) Botanische Zeitung 1871, pag. 98. Hoffmann, Zur Geschlechtsbestimmung.

mehrung während des Überflusses eintreten konnte. Es scheint nun, als ob auch bei den übrigen Tieren die unter günstigen Umständen produzierten Jungen die Eigenschaft hätten, rascher geschlechtsreif zu werden. Teilweise mag dies auf die bessere Ernährung zurückgeführt werden, teilweise aber ist es als eine Wirkung der Inzucht aufzufassen, da es auch unter gewöhnlichen Ernährungsverhältnissen eintritt, wofür folgende Thatsachen sprechen.

So macht Crampe[1]) auf die rasche Entwickelungsfähigkeit der durch Inzucht erhaltenen Ratten (Mus decumanus) aufmerksam.

Auch die meisten parthenogenetisch produzierten Sommereier der Insecten entwickeln sich sofort ohne Ruhepause, wie aus dem bereits früher mitgeteilten hervorgeht.

Die durch Knospung und Teilung entstandenen Individuen sind am meisten geeignet, einen augenblicklichen Überfluss auszunutzen, in sofern eine Entwickelung umgangen und gleich das fertige Tier produziert wird. Auch haben die sich sofort entwickelnden Tiere die nützliche Eigentümlichkeit, an dem Ort zu bleiben, wo der Überfluss herrscht.

Die in der Inzucht erzeugten Individuen sind also so zu sagen für den Überfluss bestimmt, sie besitzen die Tendenz, rascher geschlechtsreif zu werden. Eben deswegen beanspruchen sie mehr Nahrung und leiden um so stärker, wenn kein Überfluss, sondern sogar Nahrungsmangel herrscht.

Darwin, welcher diese Beobachtungen machte, gab einige Erklärungen dafür, die ich hier anführen will, obwohl man sie kaum wird annehmen können.

„Bei[2]) Ipomoea, und wie ich glaube, bei einigen von den andern Species, bestimmte augenscheinlich die relative Leichtigkeit der selbstbefruchteten Samenkörner ihr frühes Keimen, wahrscheinlich weil die geringere Masse der schnelleren Vollendung der chemischen und morphologischen Veränderungen, die zur Keimung notwendig sind, günstig war. Anderseits gab mir Mr. Galton (ohne Zweifel alle selbstbefruchtete) Samenkörner von Lathyris odoratus, welche in zwei Sätzen von schweren und leichteren Körnern geteilt wurden, und mehrere von den ersteren keimten zuerst. Es ist augenfällig, dass viel mehr Beobachtungen

---

[1]) Landwirtschaftliche Jahrbücher, Band XII, 1883, Heft 3.

[2]) l. c. pag. 344.

notwendig sind, ehe irgend etwas in bezug auf die relative Periode des Keimens gekreuzter und selbstbefruchteter Samenkörner entschieden werden kann.

An einer andern Stelle [1]) erklärt er die rasche Entwickelungsfähigkeit selbstbefruchteter Samen auf folgende Weise:

„Die wahrscheinlichste Erklärung ist die, dass die Samenkörner, aus denen die selbstbefruchteten Pflanzen der dritten Generation gezogen wurden, nicht ordentlich gereift waren; denn ich habe einen analogen Fall bei Iberis beobachtet. Selbstbefruchtete Sämlinge dieser letzteren Pflanze, von denen bekannt war, dass sie aus nicht ordentlich gereiften Samenkörnern produziert waren, wuchsen von Anfang an viel schneller als die gekreuzten Pflanzen, welche aus besser gereiften Samenkörnern gezogen wurden, so dass sie, nachdem sie einmal einen günstigen Anlauf genommen hatten, im stande waren, für spätere Zeit ihren Vorrang zu behaupten.“ Nachdem er erwähnt hat, dass diese Erscheinung nicht eintritt, wenn die Pflanzen in sehr dürftigem Boden gezogen wurden, fährt er fort: „Wir haben auch in der achten Generation von Ipomoea gesehen, dass selbstbefruchtete, von ungesunden Eltern gezogene Sämlinge anfangs viel schneller wuchsen, als die gekreuzten Sämlinge, so dass sie eine lange Zeit hindurch viel höher waren, obgleich sie schliesslich von jenen übertroffen wurden.“

Man wird sich aber wohl kaum vorstellen können, wie Pflanzen aus nicht ordentlich ausgebildeten Samen und wie die Nachkommen ungesunder Eltern ein frühzeitigeres und rascheres Wachstum haben könnten als die Pflanzen aus ordentlich ausgebildeten Samen von gesunden Eltern.

Man wird diese untereinander nicht in Übereinstimmung stehenden, jedenfalls auch nur provisorischen Erklärungsversuche wohl aufgeben und die Erscheinungen als Anpassungen auffassen dürfen, namentlich da sie in Übereinstimmung stehen mit der Theorie und allen zugehörigen Thatsachen. Die durch Inzucht erzeugten Individuen scheinen sich also rascher zu entwickeln, als dies im allgemeinen der Fall ist, was vielleicht eine allgemein auftretende Wirkung der Inzucht ist. Da letztere zur Zeit des Überflusses bei einem Weibchenüberschuss stattfindet, so können wir die schnelle Entwickelungsfähigkeit als eine Anpassung an

[1]) l. c. pag. 268.

den Überfluss auffassen. Die Vermehrung kann mit Hülfe dieser raschen Entwickelung der Jungen besonders stark stattfinden. —

Es bleibt noch nachzuweisen, dass auch in bezug auf die Production der Geschlechter die Wirkung der Inzucht compensiert wird durch die des Überflusses.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung ist das Extrem einer Inzucht. Bei ihr müssen also die Wirkungen derselben am schärfsten hervortreten. Parthenogenesis unter gewöhnlichen Ernährungsbedingungen ist die Arrenotokie, solche im Überfluss die Thelytokie. Diese Erscheinungen sind bereits früher genügend erläutert. Die Arrenotokie kann daher nicht nur als Wirkung einer nicht eingetretenen Befruchtung, sondern auch als die der hiermit zugleich stattfindenden Inzucht betrachtet werden. Bei der Thelytokie aber wird die Wirkung derselben durch den Überfluss compensiert, ebenso da, wo ein Übergang von Arrenotokie zu Thelytokie stattfindet, wie dies früher erörtert wurde.

Hoffmann[1]) stellte Versuche über die Wirkung einer Selbstbefruchtung bei Mercurialis annua an. Da er seine Pflanzen unter äusserst günstigen Umständen aufzog, so erhielt er auch keinen Überschuss an männlichen, sondern an weiblichen Individuen, wie die Tabelle zeigt.

	♂	♀
1864—65	5	27
1866—67	60	64
1866—67	12	42
Summe	77	133

Girou[2]) cultivierte Hanfpflanzen (Cannabis sativa), welche er „mit grosser Sorgfalt“ pflegte. Die weiblichen Individuen wurden sogar isoliert aufgezogen, setzten aber doch Samen an, die also durch nahe Inzucht entstanden waren. Sie lieferten relativ mehr weibliche Pflanzen.

Bernhardi[3]) stellte denselben Versuch an; aber er säte die Pflanzen auf magern Boden. Er fand, dass sich in den spätern Generationen die Zahl der männlichen Pflanzen im Vergleich zu den weiblichen ziemlich regelmässig vermehrte. Beide Ver-

[1]) Botanische Zeitung 1871. Hoffmann, Zur Geschlechtsbestimmung.

[2]) Gärtner, Beiträge zur Kenntniss der Befruchtung, pag. 466 bis 472.

[3]) l. c. pag. 482.

suche ergänzen sich gegenseitig. Die Wirkung der Inzucht auf die Entstehung des Geschlechtes, die Production von Männchen, wird also wieder aufgehoben durch die des Überflusses. —

Das Ergebniss der über die Wirkung der Inzucht angestellten Untersuchungen ist ungefähr folgendes. Dem Männchen ist infolge eingetretener Arbeitsteilung die Aufgabe zugefallen, die geschlechtliche Mischung möglichst differenter Tiere herbeizuführen. Bei Inzucht fehlt es also an genügender geschlechtlicher Mischung. Es kommt dieser Umstand einem Mangel an Männchen gleich. Die Organismen haben nun die nützliche Eigenschaft, unter diesen Verhältnissen mehr Männchen zu produzieren. Aber nicht nur in dieser, sondern auch in vielen andern Beziehungen stimmt die Wirkung der Inzucht überein mit der eines Nahrungsmangels. Auch wird ihr Einfluss durch den des Überflusses wieder aufgehoben. Endlich zeigen die durch Inzucht erzeugten Tiere und Pflanzen Eigenschaften, welche als Anpassungen an die Verhältnisse, unter denen sie geboren werden, aufzufassen sind.

Wir haben also einen innern Zusammenhang zwischen einer gewiss ausserordentlich grossen Zahl von bisher unvermittelten Erscheinungen gefunden. Und gerade diese Übereinstimmung ist es, worauf besonderes Gewicht zu legen ist.

3. Specielle Anpassungen.

Bei der Auffindung der Factoren, welche die Sexualität entscheiden, war von dem Grundsatz ausgegangen worden, dass die Mehrproduction des einen oder andern Geschlechtes auf durch Anpassung erworbenen Eigenschaften beruht. Die bisher betrachteten geschlechtsbestimmenden Momente ergaben sich nur aus den für alle Tiere und Pflanzen gültigen allgemeinen Reproductionsverhältnissen.

Viele Tiere besitzen aber noch specielle Lebenseigentümlichkeiten, infolge deren sich noch besondere, die Geschlechtsausbildung beeinflussende Eigenschaften entwickelt haben können und zwar ebenfalls infolge der Variabilität der Individuen und der natürlichen Zuchtwahl nützlicher Eigenschaften, wie es für die allgemein gültigen Sätze angegeben wurde, deren Richtigkeit durch solche specielle Eigentümlichkeiten nicht berührt wird.

Die Daphniden[1]) bieten uns, wie die umfassenden und

---

[1]) Zur Naturgeschichte der Daphniden von August Weismann. Leipzig 1876—79, I—VIII.

sorgfältigen Untersuchungen Weismanns gezeigt haben, ein anschauliches Beispiel für derartige Verhältnisse.

Bei ihrer verschiedenen Lebensweise sehen wir, wie die einen Arten solche specielle Eigentümlichkeiten besitzen, während sie bei den andern mehr und mehr zurücktreten und verschwinden, da sie diesen Tieren keinen Nutzen gewähren.

Bei den Daphniden haben wir je nach der Lebensweise zu unterscheiden

1) solche, welche nur in kleinen oft austrocknenden Wasserlachen leben (Moina rectirostris und paradoxa),
2) solche, welche auch in tiefern Gräben und Sümpfen vorkommen (Daphnia pulex Baird. und longispina O. F. Müller, Ceriodaphnia quadrangula O. F. Müller, Polyphemus pediculus de Geer, Daphnella brachyura Liévin),
3) solche, welche in Sümpfen, Teichen und Seen leben, die nicht austrocknen (Sida crystallina O. F. Müller, Daphnia hyalina Leydig, Bythotrephes longimanus Leydig, Leptodora hyalina Lilljeborg),
4) solche, welche den Winter über ausdauern (Bosmina longicornis und longispina, Chydorus sphaericus O. F. Müller).

Wie schon bei Besprechung der Thelytokie erwähnt wurde, besteht bei den Daphniden ein Wechsel von Parthenogenesis und geschlechtlicher Fortpflanzung. Dieser tritt aber nicht bei allen gleichmässig auf, sondern ganz verschieden je nach der Lebensweise. Hierüber haben uns die ausgezeichneten Experimente Weismanns Aufklärung gegeben. Wenn man die Aufeinanderfolge der Generationen von einer Geschlechtsgeneration bis wieder zur folgenden einen Cyclus nennt, so muss man unterscheiden zwischen poly-, di-, mono- und a-cyclischen Arten.

Solche Arten [1]), welche, wie die beiden Moina, in kleinen Wasserlachen leben, die jährlich mehrmals dem Austrocknen ausgesetzt sind oder sein können, sind polycyclisch, d. h. jährlich tritt mehrmals eine Geschlechtsgeneration auf. Aus dem Winterei von Moina z. B. gehen nur Jungferweibchen hervor. Aus den Sommereiern dieser entstehen teils wieder Jungferweibchen, teils aber auch schon Geschlechtstiere, welche in den folgenden Generationen immer stärker auftreten. Mit dem Erscheinen der Geschlechtsgeneration beginnt auch die Ablage der Wintereier, so „dass schon genau vier Wochen nach dem Befeuchten der einge-

[1]) pag. 416 u. 343.

trockneten Eier neue Dauereier gebildet sind und damit der Bestand der Art gesichert ist“ [1]) gegen Vernichtung durch Eintrocknen.

Trocknet die Lache aber noch nicht ein, so sorgen die neben den Geschlechtstieren noch immer vorhandenen Jungferweibchen für eine möglichst starke Vermehrung, so dass also stets für beide Fälle gesorgt ist.

Trocknet die Lache aber ein, so beginnt beim nächsten Regen der Cyclus wieder von neuem, was in einem Jahre mehrmals vorkommen kann. Bei diesen Tieren treten also bereits in der zweiten Generation (die aus dem Winterei hervorgehende als erste gerechnet) wieder Geschlechtstiere auf, also unabhängig von äussern Einflüssen, wie Ernährung. Es ist dies als eine nützliche Eigenschaft zu betrachten, welche auf keinen der obigen allgemeinen Sätze zurückgeführt werden kann und welche — auch nach der Meinung Weismanns — durch Anpassung an specielle Lebensverhältnisse erworben ist. Es beweist das Vorhandensein dieser speciellen Eigentümlichkeit, dass man mit Recht die das Geschlecht bestimmenden Ursachen auf durch Anpassung erworbene nützliche Eigenschaften zurückführen darf.

Solche Arten [2]), welche nicht nur in Lachen, sondern auch in Gräben etc. vorkommen, die nicht so oft eintrocknen, zeigen alljährlich ein zweimaliges Auftreten von Männchen, also einen zweifachen Cyclus. Bei Polyphemus z. B. gehen aus den Wintereiern wie immer Jungferweibchen hervor. Diese produzieren wieder eben solche, so dass meist erst die dritte Generation Geschlechtsindividuen aufweist. Bei Daphnia pulex können sogar zwei bis vier Jungfer-generationen einander folgen. Ein Cyclus ist hier bedeutend länger und es kommen deren nur zwei auf ein Jahr. Wir sehen also hier diese Eigentümlichkeit nicht mehr so scharf ausgeprägt. Die Fortpflanzung ist eben nicht so sehr durch Austrocknen des Wassers bedroht. Der Einfluss der Nahrung auf das relative Verhältniss der Geschlechter kommt wieder mehr zur Geltung. Daher bemerken wir eine sehr schwankende Zahl von eingeschlechtlichen Generationen, bei Daphnia pulex sogar zwei bis sechs [3]).

Endlich kommen wir zu solchen Formen, welche in grössern

---

[1]) pag. 350.
[2]) pag. 352 u. 418.
[3]) pag. 353.

Gewässern leben, die überhaupt nicht austrocknen können. Diese zeigen von der bei Moina so ausgeprägten nützlichen Eigenschaft nichts mehr. Die geschlechtliche Generation tritt nur einmal im Jahre und zwar zur Zeit des herbstlichen Mangels auf, wie nebenstehende Tabelle übersichtlich zeigt.

	Auskriechen	Sexualperiode	Monate mit parth. Fortpflanzung	Zahl der parth. Generationen
Sida	Ende April	Mitte October	6	mindestens 20
D. hyalina	Anfang „	„ August	4	„ 12
Bythotrephes	„ „	October	6	vielleicht 10
Leptodora	„ Mai	Ende September	3—4	6 bis 7

Es scheinen auch acyclische Arten vorzukommen. Dies sind solche, welche den Winter über ausdauern und bei denen geschlechtliche und ungeschlechtliche stets nebeneinander vorkommen. In welchem numerischen Verhältniss indessen die beiden Geschlechter in den verschiedenen Jahreszeiten zu einander stehen, ist bisher nicht untersucht worden.

Weismann hingegen geht in der Abschätzung der Tragweite seiner Entdeckung wohl zu weit; denn er sagt, dass es in der Natur des Tieres liegt, in einer ganz bestimmten Generation die Geschlechtstiere hervorzubringen und dass dies durch keine von aussen wirkende Ursache modifiziert werden kann.

Dass dieser Satz wohl zu streng ausgesprochen ist, geht aus einigen Weismann'schen Versuchen selbst hervor, z. B. fand er bei Daphnia pulex, dass die Geschlechtstiere schon in der dritten, aber auch erst in der fünften oder sechsten auftreten konnten. Im Versuch 13 [1]) fand er, dass ein Weibchen der zweiten Generation unter der vierten Brut auch viele Geschlechtsweibchen gebar. Er berechnete nun, dass diese Brut ungefähr in die Zeit der vierten oder fünften Generation fallen müsse, so dass also mehrere Generationen gleichzeitig zur Sexualzeugung schritten, nämlich die spätern Bruten der ersten älteren Generationen und die frühern Bruten der spätern Generationen.

Die eigentliche Theorie, dass die Geschlechtstiere nur an bestimmte Generationen gebunden seien, muss also schon aus diesem

[1]) l. c. pag. 356.

Grunde dahin modifiziert werden, dass die Art der Reproduction auch von andern Ursachen, z. B. vom Alter des Individuums beeinflusst wird.

Weismann fand auch viele Erscheinungen, die sich beim strengen Festhalten seiner ursprünglichen Theorie gar nicht oder nur sehr schwer erklären lassen. Dies ist z. B. die Ungleichheit der Intensität der Geschlechtsperioden [1]), d. h. die Thatsache, dass oft die immense Majorität aller Weibchen gleichzeitig in geschlechtlicher Fortpflanzung sich befindet, in andern Fällen aber nur eine geringe Minorität. Weismann erklärt dies dadurch, dass die Wintereier nicht gleichzeitig befruchtet seien.

Es ist aber doch viel einfacher anzunehmen, dass irgend eine äussere Ursache das gleichzeitige Auftreten von Geschlechtstieren in verschiedenen Generationen bewirkt habe.

Ferner sei erwähnt, dass die Sexualperioden von Daphnia pulex [2]) oft in ganz verschiedene Monate fallen. Weismann erklärt dies dadurch, dass er annimmt, bei verschiedener Temperatur folgten die Generationen mit verschiedener Schnelligkeit auf einander. Es ist dies möglich, obwohl es noch nicht experimentell untersucht wurde. Ebenso leicht lässt es sich aber auch dadurch erklären, dass durch ungünstige Bedingungen in den verschiedenen Monaten die Production von Geschlechtstieren herbeigeführt wird. Sollten nicht z. B. bei Polyphemus [3]), der in den Sümpfen am Nordabhang der Alpen einen sehr kurzen und deshalb häufig doppelten Generationscyclus durchmacht, ungünstige Ernährungsverhältnisse das Auftreten der Geschlechtstiere hervorrufen? Weismann wenigstens kann diese Erscheinung nicht erklären, da in dem feuchten Sommerklima der dortigen Gegend ein Austrocknen der Sümpfe meist nicht eintritt.

Die Auffindung der cyclischen Reproductionsweise, welche sich bis jetzt nur bei den Daphniden gezeigt hat, ist unstreitig eine bedeutende biologische Entdeckung. Indessen ging Weismann wohl zu weit, als er glaubte, die Cyclie sei das einzig Massgebende bei der Vermehrung dieser Tiere und alle äussern Einflüsse seien ohne jede Wirkung. Er stützt sich in dieser Behauptung auf einen einzigen Versuch, auf den ich daher eingehen muss. Es folgt hier seine Beschreibung desselben.

---

[1]) l. c. pag. 422.
[2]) l. c. pag. 419.
[3]) l. c. pag. 421.

„Sechs von einer Mutter stammende Daphniaweibchen wurden bald nach ihrer Geburt (am 3. März) in sechs Glaströgen isoliert und unter genau denselben Verhältnissen aufgezogen. Das Wasser wurde nicht erneuert, dunstete stark ab und überzog sich allmählich mit einer dicken Staubdecke. Vierzehn Tage später hatte Nr. 1 drei weibliche Junge geboren, Nr. 2 deren acht, Nr. 3 deren sechs, Nr. 4 deren fünf, Nr. 5 sieben Weibchen und drei Männchen und Nr. 6 fünf Weibchen; keine der Töchter zeigte einen Ansatz zur Wintereibildung.

Trotzdem also hier ein starkes Eintrocknen des Wassers stattfand, lieferte doch nur eines von den sechs Tieren geschlechtliche Brut, die andern nicht.“

Aber, wie auch Weismann meint, ist nicht einzusehen, auf welche Weise das Austrocknen auf die in noch genügendem Wasser frei umherschwimmenden Tiere sich bemerklich machen soll. Ein directer Einfluss ist wohl nicht gut denkbar. Es kommt vielmehr auf eine Verminderung der Ernährung an. Wenn z. B. in einigen Gläsern Mangel, in andern aber Überfluss geherrscht hätte, so würde man bei einer genügenden Zahl von Versuchen einen Schluss aus dem Resultat ziehen können. —

Trotzdem ausser dem obenbesprochenen kein Experiment auf die Untersuchung des Nahrungseinflusses gerichtet war, so finden sich unter den sehr objectiv mitgeteilten Versuchen Weismanns doch einige Thatsachen, welche deutlich zeigen, dass auch bei den Daphniden trotz ihrer speciellen Eigentümlichkeit die Wirkung der Ernährung noch in derselben Weise fortbesteht wie bei allen andern Tieren.

Über die Bildung von Wintereiern stellte Weismann Experimente an, worüber er sagt[1]): „Über 200 Versuche blieben resultatlos, d. h. es wurde zwar eine Brut von Jungen nach der andern hervorgebracht, aber nicht ein einziges Ephippium. Und doch wurden Ephippien mit Dauereiern zu derselben Zeit gebildet und mehr wie einmal fand ich Weibchen mit Ephippialeiern in solchen Versuchsgläsern vor, die ich längere Zeit nachzusehen versäumt und in denen sich nun eine zahlreiche Nachkommenschaft angesammelt hatte. Immer aber waren dann Männchen vorhanden! — Ich schloss daraus, dass zur Zeit dieser Versuche wenigstens (Vorfrühling)

---

[1]) l. c. pag. 193.

nur einzelne aus einer grossen Anzahl von Weibchen Dauereier hervorbrächten."

Hieraus können wir direct auf einen Einfluss des Mangels schliessen, da diese Weibchen mit Wintereiern sich nur in solchen Gläsern fanden, welche lange vernachlässigt worden waren und in denen sich eine grosse Zahl von Individuen angesammelt hatten, die also jedenfalls an Nahrungsmangel litten.

Für die Ansicht, dass Nahrungsmangel die Bildung von Wintereiern begünstigt, spricht ferner die Thatsache, dass junge Weibchen, welche noch viel Stoff für den individuellen Haushalt, für das Wachstum, nötig haben und also noch nicht so viel Material für die Reproduction erübrigen können, die Anlage eines Wintereies zeigen; denn Weismann sagt: „Zahlreiche Weibchen von Daphnia pulex enthalten in ihrer ersten Jugend die Anlage eines Wintereies in jedem Ovarium, welches einige Tage hindurch wächst, sogar beginnt, den charakteristischen, feinkörnigen Dotter des Dauereies in sich abzulagern, dann aber (wenigstens in der Sommerzeit) in der Entwickelung stillsteht, um sich allmählich aufzulösen und vollständig zu verschwinden"[1]). Es erklärt sich dies durch die zur Zeit des Wachstums schwächere und erst später stärker werdende Ernährung des Genitalsystems. Man wird sich erinnern, dass auch beim Menschen das Genitalsystem und damit der Foetus von Erstgebärenden eine schwächere Nahrungszufuhr erhält als bei Mehrgebärenden. Auch war die Production von Knaben bei ersteren grösser.

Auch dann, wenn an das Geschlechtssystem kurz vorher bedeutende Anforderungen gestellt wurden, zeigt sich die Anlage eines Dauereies. „Beinahe alle Weibchen sollen, sobald sie Brut abgesetzt haben, die Anlage eines Wintereies im Ovarium erkennen lassen, welches dann aber meistens nicht zur Entwickelung gelangt"[2]), weil alsdann das Ovarium wieder starke Nahrungszufuhr erhält. In beiden Fällen bewirkt also auch umgekehrt der Überfluss das Wiederverschwinden dieser Wintereianlage und den Übergang zur Parthenogenesis.

Auch experimentell hat Weismann gezeigt, dass, wenn man die Tiere hungern lässt, sich im Ovarium Nährkammern bilden, genau so wie bei der Wintereibildung. Und zwar hat er dies für

---

[1]) l. c. pag. 202 und 454.

[2]) l. c. pag. 454 von Lubbock beobachtet, Philosoph. Transact. 1857.

sehr viele Daphniden beobachtet, so dass es wohl bei allen sich so verhalten wird[1]). Er sagt darüber[2]): „Die durch schlechte Gesamternährung des Tieres veranlasste Atrophie eines Eifollikels (einer Eikammer) verläuft genau unter denselben Erscheinungen, wie die bei der Wintereibildung normaler Weise eintretende Resorption einer Keimzellengruppe.“ Weismann aber liess die Tiere so stark hungern, dass sich überhaupt kein Ei mehr bilden konnte, sondern dass sie verhungerten.

Je nach der Stärke der Ernährung bilden sich also im Ovarium Winter- oder Sommereier.

Ferner beobachtete Weismann, dass die Reproductionsweise der Weibchen sich unter Umständen ändern kann.

„Bei Daphnia pulex[3]) können zuweilen diejenigen Weibchen, welche Männchen hervorbringen, später Dauereier bilden, also zur geschlechtlichen Fortpflanzung übergehn.“ Da im Alter das Genitalsystem weniger Nahrung erhält, so wird eine solche Umwandlung sich wohl auf eine Änderung der Nahrungszufuhr zurückführen lassen.

Am häufigsten kommt aber die umgekehrte Weibchenumwandlung vor. Wenn man Weibchen, welche mit der Bildung eines Wintereies beschäftigt sind, isolirt, und dadurch vor Befruchtung sichert, so bildet sich das Ei nur unvollkommen aus und tritt nicht in das Ephippium über, das alsdann leer abgelegt wird. Das Ei selber aber bleibt im Ovarium und wird resorbirt. Man ist daher sehr wohl berechtigt, zu vermuten, dass bei dieser unerwarteten Nahrungszufuhr der Eierstock die Erscheinungen des Überflusses zeigen wird. Und in der That geht das Weibchen zur Bildung von Sommereiern über. So verhalten sich die meisten Daphniden[4]).

Dass dieser causale Zusammenhang nun wirklich besteht, zeigt uns das Verhalten von Moina paradoxa[5]). Hier treten nämlich auch die unbefruchteten Wintereier in die Ephippien über, die also mit dem Ei abgelegt werden. Das weibliche Genitalsystem erhält also nicht diese unerwartete Nahrungszufuhr wie bei den übrigen Daphniden. Und daher zeigt es auch nicht die Erscheinung des Überflusses, welche wir bei diesen wahrnehmen.

---

[1]) l. c. pag. 43, 87, 115, 126.
[2]) l. c. pag. 43.
[3]) l. c. pag. 358.
[4]) l. c. pag. 22, 359, 350, 196, 454—458.
[5]) l. c. pag. 208.

Das unbefruchtete Weibchen geht nicht zur Bildung von Sommereiern über, sondern bildet nach wie vor Wintereier, die nach einander abgelegt werden, wie wenn sie befruchtet wären. Von Weismann wurde dies sogar viermal hintereinander beobachtet. Bei der nahverwandten Moina rectirostris aber zeigen sich die gewöhnlichen Erscheinungen, dass das unbefruchtete Ei im Ovarium resorbiert wird und letzteres infolge dieses Überflusses zur Bildung von Sommereiern übergeht.

Es ist also ganz unzweifelhaft, dass die Ernährung des Genitalsystems von dem grössten Einfluss ist auf die Art der Reproduction.

Das Resultat der Untersuchung über die Cyclie lässt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

Die strenge Cyclustheorie, welche sagt, dass die Geschlechtstiere nur in ganz bestimmten Generationen auftreten und dass äussere Einflüsse ohne jede Einwirkung auf die Reproduction wären, ist in dieser strengen Form nicht haltbar, weil sich viele Erscheinungen nicht hieraus erklären lassen, weil die Beobachtungen an Daphnia pulex direct dagegen sprechen, weil der einzige Versuch, auf Grund dessen Weismann den Einfluss äusserer Momente bezweifelt, nicht zutreffend ist, und weil eine Menge von Weismann selbst beobachteter Thatsachen den grossen Einfluss der Ernährung auf die Reproduction direct beweisen.

Eine Erweiterung der Cyclustheorie dahin, dass die Geschlechtstiere in gewissen gleichzeitig fallenden Bruten auftreten, würde nach den bisherigen Beobachtungen nur für Daphnia pulex statthaft sein. Das gleichzeitige Auftreten von Geschlechtstieren lässt sich aber einfacher auf die Wirkung äusserer Umstände zurückführen.

Wahrscheinlich werden die Verhältnisse folgendermassen liegen:

Die Daphniden, namentlich die in kleinern Wasseransammlungen wohnenden, haben durch natürliche Zuchtwahl die nützliche, die Fortpflanzung der Tiere gegen Vernichtung durch Austrocknen des Wassers sichernde Eigenschaft erworben, schon in der zweiten oder dritten Generation Geschlechtstiere hervorbringen zu können. Nichtsdestoweniger äussert die Ernährung ihren Einfluss in genau derselben Weise wie bei allen übrigen Tieren. —

Physiologisch lassen sich diese Erscheinungen als eine Wirkung der Inzucht auffassen. Wie wir gesehen haben, ist Parthenogenesis das Extrem der Inzucht. Sie kann nur eine gewisse für verschiedene Tiere und unter verschiedenen Umständen ver-

schieden lange Zeit fortbestehen. Alsdann haben sich die Wirkungen derselben so gehäuft, dass die Production von Männchen erfolgen muss. Wir müssen demnach annehmen, dass die einzelnen Daphnidenarten in verschiedenem Grade für die Wirkung der Inzucht empfänglich sind. Auch Darwin, der auf diesem Gebiete doch gewiss als massgebend betrachtet werden muss, sagt, dass bei den einzelnen Tier- und Pflanzenarten die Wirkung der Inzucht eine sehr verschieden starke ist. Und zwar scheint dies, wie auch schon Darwin anführt, in Beziehung zu den Lebensverhältnissen der Organismen zu stehen. Diese Ansicht stützt er durch Thatsachen. Es ist daher ganz naturgemäss, wenn auch die einzelnen Daphnidenarten je nach ihrer Lebensweise in verschieden starkem Grade für die Wirkung der Inzucht empfänglich sind. Bei den polycyclischen Daphniden, die in kleinen Wasseransammlungen leben, kann dieselbe nur eine kurze Zeit fortgesetzt werden und bald äussert sich ihre Wirkung durch die Production von Geschlechtstieren. Die dicyclischen Arten sind weniger empfindlich und die Inzucht kann länger fortgesetzt werden. Am schwächsten erscheint sie bei den monocyclischen Formen; denn hier führt erst die vereinigte Wirkung von Inzucht und Nahrungsabnahme im Herbst die Entstehung der Geschlechtstiere herbei. Es ist also sehr wahrscheinlich, dass die Cyclie auf eine Wirkung der Inzucht zurückzuführen ist. —

Da nun fast jedes Tier in besondern Lebensverhältnissen sich befindet, so ist es sehr wahrscheinlich, dass diese die Entstehung noch besonderer Eigentümlichkeiten in der Reproduction veranlasst haben können, die in obigen allgemeinen für alle organisierten Wesen geltenden Sätzen noch nicht berücksichtigt sein können.

Bei einigen Tieren kann auch das eine oder andere allgemeine Moment in Wegfall kommen; so versteht sich von selbst, dass bei Hermaphroditen niemals von einem Mangel an Individuen des einen Geschlechts die Rede sein kann. Das Geschlechtsverhältniss ist bei ihnen ein constantes und bedarf keiner Regulierung.

Durch die Existenz specieller Eigentümlichkeiten einzelner Tiere wird die Richtigkeit der allgemeinen Sätze nicht beeinflusst.

C. Resultat.

Fassen wir die Resultate der Arbeit noch einmal kurz zusammen, so gelangen wir zu folgenden Sätzen:

Alle Eigenschaften der Tiere und Pflanzen, welche Einfluss auf die Geschlechtsbildung besitzen, sind durch natürliche Züchtung entstanden. Sie sind der Fortpflanzung der Individuen nützlich und bewirken, dass unter solchen Verhältnissen das eine Geschlecht reichlicher produziert wird, unter welchen eine solche relative Mehrproduction für die Fortpflanzung der Tiere und Pflanzen vorteilhaft ist.

Im ersten Teil der Arbeit wurde gezeigt, wie das Sexualverhältniss mit Hülfe dieser Eigenschaften sich selbst reguliert und auf diese Weise um einen bestimmten stets wiederkehrenden Zahlenwert schwankt.

Im zweiten Teil wurde dann erläutert, wie unter gewissen Umständen sogar ein anomales Sexualverhältniss für die Fortpflanzung von Nutzen sein kann und in der That auch eintritt. Der erste Teil der hierauf bezüglichen Eigenschaften wurde abgeleitet aus dem Umstande, dass in folge eingetretener Arbeitsteilung das Weibchen bei der Reproduction den Stoff für den Aufbau des Embryo zu liefern hat, dass also die Stärke der Vermehrung besonders von der Zahl der Weibchen abhängig ist. Da im Überfluss eine starke Reproduction von Nutzen ist, so werden alsdann mehr Weibchen produziert und mit Hülfe derselben findet eine besonders starke Vermehrung statt. Das Extrem bildet die ungeschlechtliche Fortpflanzung, wo die Männchen gänzlich fehlen. — Der zweite Teil der hier in betracht kommenden Eigenschaften ergab sich aus dem Umstande, dass dem Männchen die Rolle zugefallen ist, die geschlechtliche Vermischung verschiedener Tiere herbeizuführen, also Inzucht zu verhindern. Findet dennoch solche statt, so werden mehr Männchen geboren, wie überhaupt die Wirkung der Inzucht mit der eines Nahrungsmangels übereinstimmt.

Im dritten Teil wurde gezeigt, dass die Tiere als Anpassungen an specielle Lebenseigentümlichkeiten noch besondere Eigenschaften in bezug auf die Entstehung des Geschlechtes haben können.

Die Entstehung des Geschlechtes.

A. Vorgang der Geschlechtsentstehung.

Es ist oft und viel darüber gestritten worden, ob die geschlechtlichen Unterschiede schon im unbefruchteten Ei ausgeprägt sind, ob es also männliche und weibliche Eier giebt, oder ob das Geschlecht bei der Befruchtung bestimmt wird, wie die Anhänger der Hofacker-Sadler'schen und der Thury'schen Theorie behaupteten, oder ob es eine Folge der nachträglichen Einwirkung der Ernährung ist, eine Ansicht, die besonders von Ploss verteidigt wurde. Alle diese Forscher gingen eben von der Ansicht aus, dass es nur ein einziges Moment sei, welches das Geschlecht bestimme. Wir haben aber gesehen, dass durch das Zusammenwirken vieler Faktoren die Regulierung des Sexualverhältnisses herbeigeführt wird. Diese kommen aber zeitlich nacheinander zur Wirkung, wie in Folgendem näher erläutert werden soll.

Es war gezeigt worden, dass die Individualität der Mutter von Einfluss auf das Geschlecht ist. Diese gelangt aber zum Ausdruck durch die qualitative Beschaffenheit des Eies, dem also schon vor der Befruchtung die Tendenz inne liegen muss, sich zum einen oder andern Geschlecht auszubilden, z. B. tendieren junge Eier zum weiblichen, ältere dagegen zum männlichen Geschlecht.

Die Thatsachen beweisen ferner, dass die Individualität des Vaters, d. h. die qualitative Beschaffenheit des Sperma eine Wirkung auf die Geschlechtsausbildung ausübt. Durch diese kann bei der Befruchtung die eben erwähnte Tendenz der noch unbefruchteten Eier umgeändert werden. Die in der Persönlichkeit des Vaters und der Mutter liegenden Momente, welche vermittelst der Qualität des Sperma und des Eies bei der Befruchtung zum Ausdruck gelangen, können also in verschiedener Stärke nach der einen oder andern Richtung hin wirken. Sie setzen sich alsdann zu einer Resultierenden zusammen, deren Ausfall dem Ei eine vorläufige Tendenz der Geschlechtsausbildung giebt.

Zur besseren Veranschaulichung möge ein Beispiel dienen. Ein Ei tendiere nach seiner Ablösung in Folge seiner Qualitäten sich zum weiblichen Geschlecht auszubilden. Wird es jetzt noch

nicht befruchtet, sondern durchläuft es einen langen Weg, so wird die genannte Tendenz, die sich nach der Jugendlichkeit des Eies bemisst, immer schwächer und es ändern sich seine Eigenschaften schliesslich derart, dass es die erstere Tendenz gänzlich aufgiebt und die entgegengesetzte annimmt, nämlich die, ein männliches Individuum zu bilden. Wird dieses Ei nun von Sperma befruchtet, das die Qualitäten (z. B. ein hohes Alter) besitzt, welche ein Ei bei der Befruchtung zum weiblichen Geschlecht bestimmen können, so wird die Tendenz des Eies der des Sperma entgegenwirken und es kommt darauf an, welche die stärkere von beiden ist. Ist dies z. B. die des Samenfadens, so wird das Ei abermals die Tendenz der Geschlechtsausbildung wechseln und sich dem weiblichen Geschlecht gemäss zu entwickeln streben.

Hier möge noch bemerkt sein, dass auch der Samen ähnlich wie das Ei schon vor der Befruchtung seine Tendenz wechseln kann. Wenn er zuerst zum männlichen Geschlecht neigt, so kann er infolge des zunehmenden Alters z. B. bei Nichtbeanspruchung des männlichen Individuums oder bei längerem Aufenthalt in den weiblichen Ampullen die frühere Tendenz aufgeben und die entgegengesetzte zum weiblichen Geschlecht bestimmende annehmen.

Bei der Befruchtung wird aber das Geschlecht des Embryo noch nicht definitiv bestimmt. Wir wissen, dass das zeitlich zuletzt eintretende Moment der Ernährung noch seinen Einfluss geltend machen kann. Die Beeinflussung der Geschlechts-ausbildung durch mütterliche Ernährung dauert beim Menschen drei Monate. Bis dahin findet bei Zwillingen noch keine Nahrungs-beeinträchtigung statt. Bei Drillingen aber stellt sich schon vorher eine erhebliche Concurrenz um die Nahrung ein und es finden sich daher bei ihnen mehr Knaben als bei Zwillingen.

Dass nun wirklich schon lange vor dem Beginn der definitiven Ausbildung der Geschlechtsorgane der scheinbar hermaphroditische Embryo wenigstens die Tendenz besitzt, sich dem einen oder andern Geschlecht gemäss auszubilden, das ist wenigstens für einige Plagiostomen von Semper[1]) direct bewiesen worden. Bei diesen sind nämlich in einer so frühen Zeit, in der die Keimdrüsen noch gar keine Differenz zeigen, beide Geschlechter an einem scheinbar secundären Merkmal zu unterscheiden. Beim Weibchen bildet sich nämlich nur ein Ovarium aus und schon sehr frühzeitig zeigen daher die weiblichen Embryonen eine unsymmetrische Entwicke-

---

[1]) Arbeiten d. zool. Inst. in Würzburg II, 1875.

lung der beiden Keimfalten. Hieran sind die Geschlechter viel eher zu erkennen als die histologische Untersuchung der Drüsen einen Unterschied ergeben würde.

Zugleich ersieht man aber auch, ein wie grosser Nutzen es für alle Tiere ist, möglichst lange der äussern Gestalt nach hermaphroditisch zu bleiben. Dadurch ist den Embryonen die Möglichkeit gegeben, noch sehr spät die Tendenz der Geschlechtsausbildung zu wechseln.

Es können also auch noch sehr spät eintretende Umstände ihren Einfluss erfolgreich äussern, was ja sonst unmöglich wäre. Hiermit ist eine Erklärung gegeben für die Thatsache, dass die Embryonen fast aller Tiere zuerst hermaphroditisch angelegt erscheinen.

In bezug auf die Entstehung dieses Jugend-Hermaphroditismus kann man auch daran denken, dass die zwitterhafte Anlage eine ontogenetische Erscheinung ist, welche auf hermaphroditische Stammformen hinweist. Diese Ansicht hat für viele Tiergruppen eine grosse Wahrscheinlichkeit. Sei die Eigenschaft aber die Folge palingenetischer Vererbung oder cenogenetischer Anpassung, jedenfalls gewährt sie jetzt einen Nutzen in bezug auf die Entstehung des Geschlechtes.

B. Zwitterhafte Bildungen.

Das Moment, welches zeitlich zuletzt in Wirksamkeit tritt, ist die Ernährung des Embryo. Anfangs ist dieser hermaphroditisch und die geschlechtsbestimmende Wirkung der Ernährung kann ohne Schwierigkeit vor sich gehen. Aber selbst dann, wenn die Genitalien schon angefangen haben, sich definitiv dem einen Geschlecht gemäss auszubilden, kann dennoch eine in der Ernährung liegende Ursache, wenn sie stark genug ist, die Ausbildung nach der entgegengesetzten Richtung veranlassen, so dass ein vollkommener oder teilweiser Zwitter entsteht, indem das Individuum Merkmale von beiden Geschlechtern in sich vereint. Eine schlechtere Ernährung kann sich z. B. bei einem weiblichen Embryo geltend machen. Zwar können sich die weiblichen Geschlechtsorgane nicht mehr in die männlichen umwandeln, aber wenigstens ein Stillstand in der Entwickelung derselben wird bewirkt und der Anfang wird ge-

macht, die männlichen Genitalien auszubilden. Auf diese Weise entsteht ein sog. Zwitter, an dem meistens beide Genitalsysteme unvollständig ausgebildet sind. Jedoch scheint sich das männliche häufiger im funktionsfähigen Zustand zu befinden, da es sich als das bezüglich der Ernährung weniger anspruchsvolle leichter ausbilden kann.

Als Beispiel zur Erläuterung dieser Zwitterbildung können zunächst die Bienenzwitter angeführt werden. „In manchen Stöcken [1]) findet man Hermaphroditen, deren zwei Seiten, oder Vorder- und Hinterteil, oder Segmente verschieden geschlechtlich sind. Diese Eierstöcke enthalten niemals Eier, während man in dem Hoden Samenkörperchen antrifft. Diese Zwitter wachsen wie die Arbeiter in Deckelzellen auf. Sie werden beim Ausschlüpfen aus dem Stock geworfen.“ Da sie in Arbeiterzellen sich entwickeln, so ist unzweifelhaft, dass die Eier eigentlich zum weiblichen Geschlecht bestimmt wurden; sie waren also befruchtet und die Larven wurden (wenn man auch die Theorie von Landois acceptiert) anfangs gut genährt. Das weibliche Genitalsystem fing an sich auszubilden. Die Larven bekamen später, da aus ihnen ja Arbeiter und nicht Königinnen hervorgehen sollten, verminderte und schlechtere Nahrung, weshalb sich der empfindliche weibliche Geschlechtsapparat nicht ausbilden konnte. Bei einigen aber, welche zu früh oder zu stark Mangel gelitten hatten, reduziert sich nicht nur das weibliche System, sondern das männliche fängt an sich auszubilden, d. h. es entstehen Zwitter. Das Geschlechtsverhältniss der einzelnen Körperteile kann natürlich mit den Ernährungsverhältnissen derselben wechseln. Wegen der geringeren Ernährungsbedürftigkeit des männlichen Genitalsystems gelangt dieses örtlich zur vollständigen Ausbildung, die Hoden enthalten Samenkörperchen, während die Ovarien infolge des Mangels niemals Eier bilden können.

Fast denselben Vorgang finden wir bei den Cladoceren [2]).

Im sommerlichen Überfluss pflanzen sich dieselben durch thelytokische Parthenogenesis fort, indem ein Weibchen immer wieder

---

[1]) Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XIV, 1864, pag. 73. Siebold, Über Zwitterbienen. Kefersteins Jahresbericht über die Fortschritte in der Generationslehre. Besondere Abteilung von Henles und Pfeufers Zeitschrift für rationelle Medicin 1860—1868.

[2]) W. Kurz, Über androgyne Missbildungen bei Cladoceren. Sitzungsberichte der Akademie d. Wissensch. Wien 1874. Bd. LXIX.

Weibchen produziert, die oft bei der Geburt schon wieder trächtig sind, und bald wieder eine Menge Weibchen hervorbringen und so fort in anhaltender Vermehrung. Tritt dann aber der Herbst mit seinem Nahrungsmangel auf, oder erzeugt man letztern auf künstliche Weise, so entstehen wieder mehr Männchen. Vor dem Auftreten dieser männlichen Individuen bemerkt man aber zuweilen Zwitterformen mit halb männlicher und halb weiblicher Organisation. Es ist unzweifelhaft, dass diese bei noch herrschendem Überfluss sich zu Weibchen entwickelt hätten. Noch während der Ausbildung der Geschlechtsorgane überraschte sie der Mangel. Das weibliche System blieb rudimentär und das männliche begann sich auszubilden. Hierfür spricht deutlich ihr Auftreten vor dem der Männchen. Für alle folgenden Individuen existirt ja schon der Mangel vom Anfang der Entwickelung an. Ferner zeigt sich auch bei ihnen, dass das an Mangel gewöhnte anspruchslosere männliche Geschlechtssystem einen höheren Grad der Ausbildung hat erreichen können, indem die Hoden oft Samenfäden enthalten. Also auch diese Zwitter scheinen anfangs zum weiblichen Geschlecht bestimmt gewesen zu sein und nur ein zu spät eintretender Mangel bewirkte den Beginn der männlichen Ausbildung.

Zwitter scheinen überhaupt besonders dann aufzutreten, wenn eine plötzliche Änderung in den Ernährungsverhältnissen eintritt, namentlich aber, wenn plötzlich Mangel entsteht, der dann besonders auf die Ausbildung des empfindlichen weiblichen Geschlechts seinen verderblichen Einfluss ausüben kann.

Eine derartige Beobachtung machte Herr Dr. Rehberg[1]). Ein früherer Torfkanal wurde von einer Seite aus zugeschüttet, so dass das Wasser nach dieser Seite hin absickerte, während die Tiere auf ein immer kleiner werdendes Wasservolum zusammengedrängt wurden. Während der Kanal früher stets normale Verhältnisse gezeigt hatte, boten sich jetzt die grössten Abnormitäten unter den Tieren.

Die meisten Exemplare von Cyclops signatus Koch, C. viridis Fischer, pulchellus Koch und agilis Koch, hatten nur die Grösse von Cyclops diaphanus, waren also im Wachstum erheblich

---

[1]) Man vgl. auch Dr. Rehberg, Beitrag zur Kenntniss der freilebenden Süsswasser-Copepoden. Obige Beschreibung beruht auf persönlicher Mitteilung.

zurückgeblieben. Ferner zeigten die meisten Exemplare Verletzungen und Verkümmerungen an den Antennen, Füssen und der Furca. Die geringe Wassermenge gab der übergrossen Zahl von Tieren zu wenig Nahrungsstoff, um eine normale Entwickelung zu gestatten. — Die Eiersäcke der Weibchen zeigten aussergewöhnlich wenig Eier. Während z. B. Cyclops diaphanus deren gewöhnlich 10 trägt, zeigten die meisten Exemplare nur 2, 4 bis 6 Eier. Der Mangel hatte seine Wirkung besonders auf die Leistungsfähigkeit des weiblichen Genitalsystems ausgeübt. — Während bei den Cyclopiden unter normalen Verhältnissen das weibliche Geschlecht bedeutend überwiegt, zeigte sich hier das entgegengesetzte Verhältniss. Die Hauptmasse der Tiere waren Männchen. Aber nicht nur bei den Cyclopiden (besonders Cyclops agilis Koch), sondern auch bei Simocephalus vetulus O. Fr. Müller (identisch mit Daphnia sima Leydig) fand er dieses abnorme Sexualverhältniss. Also auch diese Beobachtung bestätigt den Satz, dass Mangel an Nahrung die Entstehung des männlichen Geschlechtes begünstigt. — Endlich machte er noch die wichtige Beobachtung, das Auftreten von Zwittern. Unter mehreren Hundert untersuchten Cyclopiden fand er ausser den übersehenen und zweifelhaften vier bestimmt als Zwitter erkannte Individuen. Der weibliche Charakter herrschte bei ihnen noch vor. Also auch hier kann angenommen werden, dass der durch so aussergewöhnliche Verhältnisse plötzlich eingetretene Nahrungsmangel hindernd auf die weitere Ausbildung des weiblichen Geschlechtes gewesen ist und die beginnende Entwickelung des männlichen bewirkt hat.

Bei Zwillingskälbern zeigt sich häufig die Erscheinung, dass, während das eine männlich ist, das andere äusserlich weiblich erscheint. Eine Untersuchung aber lehrt, dass meistens auch dieses männlich ist, dass aber die äussern Geschlechtsteile sich nicht weiter ausgebildet haben und anscheinend weiblich sind. Da dies besonders häufig an Zwillingen beobachtet wird, so liegt es nahe, an den Einfluss der später eintretenden Nahrungsconcurrenz zu denken [1]).

Bischoff, welcher die Theorie von Ploss kannte, dass gute Ernährung zum weiblichen, schlechte zum männlichen Geschlecht

---

[1]) Sitzungsberichte der Münchener Akademie, 1863, pag. 471. Bischoff, Ein Fall von Kuhzwillings-zwitterbildung; ferner Repertorium für Tierheilkunde 1881, pag. 1. Hering, 18 Fälle von unfruchtbaren Zwillingen.

bestimmt, kommt hierüber zu folgenden Schlüssen: „Würde der Ernährungszustand der Mutter das Entscheidende sein und eine besonders gute Ernährung der Mutter das weibliche, eine minder gute das männliche Geschlecht der Frucht bedingen, so müssten bei sehr vorzüglich gut ernährten Kühen zwei völlig ausgebildete Weibchen, bei minder gut genährten ein vollkommenes Weibchen und ein vollkommenes Männchen, bei noch weniger gut genährten zwei vollkommene Männchen und endlich bei den schlecht genährtesten ein vollkommenes und ein zwitterhaft gebildetes Männchen erzeugt werden.“ Er vergisst, dass die Zwitter doch auch morphologisch zwischen den beiden Geschlechtern stehen, also auch ihre Ursache — selbst angenommen, die Ernährung sei das einzig massgebende Moment — weder eine gute, noch eine schlechte Ernährung sein kann. Nach der Theorie steht die Ursache auch zwischen einer guten und schlechten Ernährung, sie ist zuerst das eine, später das andere. Diese Nahrungsverminderung z. B. infolge der gegenseitigen Nahrungsentziehung der Zwillinge muss zu einer bestimmten Zeit und auch in der nötigen Stärke eingetreten sein, wenn ein Zwitter entsteht.

Da es nun auch bei Menschen häufig beobachtet wird, dass die männlichen Geschlechtsorgane ihr letztes Entwickelungsstadium nicht mehr haben zurücklegen können, so liegt wohl die Vermutung nahe, dass bei diesen die Entstehung des männlichen Geschlechts nur die Folge eines sehr spät eintretenden Nahrungsmangels gewesen ist. Man erinnere sich an die von Nägele[1]) beschriebenen eineiigen Zwillinge, deren männliche Geschlechtsorgane auf einem embryonalen Stadium stehen geblieben waren. Meckel v. Hemsbach[2]) sagt: „Es ist zuweilen angegeben, dass an einer Doppelbildung ein Kind männlich, das andere weiblich sei; die nähere Untersuchung ergiebt stets, dass letzteres ein Knabe mit unvollkommenen äussern Genitalien war.“ Obwohl noch keine bestimmte Behauptung ausgesprochen werden kann, so drängt sich doch auch hier die Vermutung auf, dass bei dem anfangs zum weiblichen Geschlecht bestimmten Zwilling später durch den Einfluss schlechterer Ernährung das Geschlecht umgewandelt wurde. Alsdann

---

[1]) Meckels Archiv 1819, V., S. 136. Beschreibung eines Falles von Zwitterbildung bei einem Zwillingspaar.

[2]) „Über die Verhältnisse des Geschlechtes etc. bei einfachen und Mehrgeburten.“ Joh. Müllers Archiv f. Anat., Phys. u. wiss. Med. 1850, pag. 249.

fanden aber die männlichen Geschlechtsorgane nicht mehr genügend Zeit, um auch äusserlich sich vollkommen auszubilden.

Wie wir früher gefunden hatten, reagiert das weibliche Geschlecht viel leichter auf Ernährungsveränderungen als das männliche. Es wird daher viel häufiger vorkommen, dass bei einem weiblichen Embryo, dessen Genitalien schon angefangen hatten, sich auszubilden, ein eintretender Mangel den Stillstand der weiblichen und den Beginn der männlichen Geschlechtsentwickelung bewirkt, als dass ein späterer Überfluss die Zurückbildung der männlichen und die Entwickelung der weiblichen Organe veranlasst. Die grössere Zahl der Zwitter wird daher früher weiblich gewesen und später männlich geworden sein. Bei zwittrigen höheren Tieren mit nur einem Paar Genitaldrüsen finden wir daher innerlich meist männliche Organe, deren Entwickelung infolge der späten Anlage auf einem gewissen Stadium stehen geblieben ist.

Nicht mit Unrecht sagt daher Leuckart, alle Zwitter seien eigentlich männlich. Er stützt sich dabei auf seine Untersuchungen an Ziegenzwittern. Vielleicht ist dies aber nicht unbedingt für alle Zwitter gültig.

Aus dem Umstand, dass die beiden Genitalsysteme sich dem Einfluss der Ernährung gegenüber nicht gleichartig verhalten, folgt aber noch ein nicht unwichtiges Verhältniss. Wir hatten bereits erkannt, dass die Tiere die nützliche Eigenschaft haben, möglichst lange scheinbare Hermaphroditen zu bleiben. Die Umwandlung dieser Jugend-zwitter in die Geschlechtstiere kann aber bei verschiedenen Individuen zu verschiedenen Zeiten eintreten. Bei Fröschen hat dies Pflüger[1]) gefunden. Nach ihm wandelt sich unter normalen Verhältnissen ein Drittel der Tiere in Männchen um. Die übrigen sind Weibchen und Zwitter. Von letzteren finden sich selbst im dritten Lebensjahr noch immer viele vor. Vielleicht ist die Vermutung nicht ganz ungerechtfertigt, dass bei diesen Tieren die im Ei und Sperma vorhanden gewesenen Eigenschaften sich das Gleichgewicht gehalten haben, so dass die Entscheidung über das Geschlecht lediglich der später wirksam werdenden Ernährung anheimfällt. Ob sich hier in der That die geschlechtsbestimmenden

---

[1]) Archiv f. Physiologie B. 29, 1882, pag. 33: E. Pflüger, Über die das Geschlecht bestimmenden Ursachen und das Geschlechtsverhältniss der Frösche.

Tendenzen von Ei und Sperma gegenseitig aufgehoben haben, wird wohl kaum experimentell geprüft werden können.

Nur das lässt sich zeigen, dass auf diese Jugend-zwitter die Ernährung so einwirkt, wie es der stärkeren Empfindlichkeit des weiblichen Systems gemäss zu erwarten steht. Bei eintretendem Mangel bildet sich eher der weibliche Teil zurück, als dass dies bei Überfluss mit dem männlichen stattfindet. Diese Zwitter entwickeln sich daher der Mehrzahl nach zu Männchen.

Nach der äusserst wahrscheinlichen auf viele Beobachtungen sich gründenden Vermutung Pflügers[1]) bilden sich beim Frosch $\frac{2}{3}$ der Zwitter später in Männchen um. Es ergiebt sich also hieraus der merkwürdige, aber mit der Theorie vollkommen übereinstimmende Umstand, dass die späteren Männchen durchschnittlich länger hermaphroditisch bleiben als die späteren Weibchen.

C. Schlusswort.

Nach alle dem, was wir gefunden haben, kann von einer Vererbung des Geschlechtes, von der man früher sprach, überhaupt keine Rede sein. Die Art und Weise, wie sich das eine oder andere Geschlecht ausbildet, wird allerdings vererbt, aber die Entscheidung darüber, welches Geschlecht sich ausbildet, beruht nicht auf Vererbung, sondern wird durch das Zusammenwirken von äussern Umständen herbeigeführt. Die hierauf bezüglichen Eigenschaften der Organismen sind durch Anpassung an allgemeine oder specielle Lebensverhältnisse erworben. Diese Umstände können teils zu gleicher Zeit, teils nach einander auftreten und ihre Ursachen werden sich je nach Stärke und Art in ihrem geschlechtsbestimmendem Einfluss unterstützen oder bekämpfen. Je mehr sich die zuerst wirkenden Momente gegenseitig in ihren Wirkungen aufheben, desto leichter werden die folgenden ihren Einfluss zur Geltung bringen können.

Wird z. B. ein Ei zu der Zeit befruchtet, wo die Tendenz desselben sich zum weiblichen Geschlecht auszubilden, infolge des Älter-werdens des Eies in die entgegen-gesetzte übergeht, wo also das Ei in bezug hierauf so zu sagen neutral ist, so wird die Eigenschaft des Sperma desto leichter seine Wirkung ausüben können.

---

[1]) l. c. pag. 35.

Endlich, vielleicht nach wiederholter, oft sogar nach zu später Umänderung der Tendenz der geschlechtlichen Ausbildung, ist letztere so weit gediehen, dass keine auch noch so starke Einwirkung dieselbe rückgängig zu machen im stande wäre und damit ist das Geschlecht des Foetus definitiv entschieden.

Obige Erörterungen sind vielleicht an einzelnen Stellen nicht klar genug gewesen. Die theoretischen Auseinandersetzungen waren häufig mit den grössten Schwierigkeiten verknüpft und ich darf daher die Nachsicht des Lesers wohl erwarten. Oft sind die Erörterungen etwas weit ausgedehnt, aber es war dies durchaus nötig, da alle nur denkbaren Einwände widerlegt werden mussten. Indessen darf ich wohl mit Zuversicht glauben, dass die Zahl der bereits bekannten und der neuen Thatsachen gross genug ist, um die Vorurteile zu besiegen, die man der Theorie naturgemäss entgegenbringen wird.

Hier spreche ich noch einmal allen den Herren meinen Dank aus, deren Unterstützung ich bei meinen Untersuchungen in Anspruch nahm. Besonders bin ich Herrn Professor Häckel wegen seines jederzeit freundlichen Entgegenkommens zum grössten Danke verpflichtet.

Vor allem aber ist es meine Pflicht, Herrn Professor Preyer auch hier meinen Dank auszudrücken. Derselbe hat nicht nur die Ergebnisse der mannigfaltigen Untersuchungen mit dem grössten Interesse verfolgt, sondern mich auch bei diesen selbst und bei Anstellung des Experimentes durch Rat und That unterstützt.

Nachtrag.

Auch nachdem das Manuscript bereits fertig gestellt, abgeschlossen und dem Druck übergeben war, wurden die Forschungen nach weiteren Thatsachen, die auf die Theorie bezug haben, noch immer fortgesetzt. Wie die früheren immer neue Bestätigungen der einmal aufgestellten Theorie lieferten, so werden wir auch in den jetzt wieder aufgefundenen Thatsachen neue Beweise für die Richtigkeit der Theorie erkennen. Daher ist es von Wichtigkeit, dieselben mitzuteilen und es darf damit nicht gezögert werden, auch wenn sie nicht mehr in die systematisch geordnete Zusammenstellung der übrigen Thatsachen eingereiht werden können.

Über die Wirkung stärkerer Beanspruchung bei Pferden.

Eine der umfassendsten Untersuchungen, auf welche sich die Theorie stützt, ist die über den Einfluss stärkerer geschlechtlicher Beanspruchung bei Pferden. Die Landwirtschaftlichen Jahrbücher, herausgegeben von H. Thiel in Berlin, veröffentlichen jährlich von jedem einzelnen Gestüt in Preussen, wie viel männliche und weibliche Fohlen geboren wurden und wie viel Stuten ein Hengst durchschnittlich belegt hatte. Nach der Stärke dieser Inanspruchnahme, welche je nach den Jahren und Gestüten sehr verschieden ist, wurden die Geburten zusammengestellt und addiert. Als Resultat ergab sich, dass desto mehr männliche Fohlen geboren wurden, je stärker im vorhergehenden Jahre die Hengste in Anspruch genommen waren. Die Tragzeit der Pferde dauert nämlich fast genau ein Jahr.

Bei dieser Untersuchung konnten vier Jahrgänge nicht berücksichtigt werden, da sie zufällig nicht zur Verfügung standen. Erst jetzt ist es mir gelungen, diese zu erhalten. Die darin ver-

öffentlichten Geburten wurden auf dieselbe Weise wie die übrigen, also je nach der Beanspruchung der Vater-tiere, zusammengestellt und addiert. Das Ergebniss ist so ausgefallen, wie es vorausgesehen werden konnte; auch in diesen vier Jahrgängen zeigt es sich schon, wie mit der Stärke der Beanspruchung der Hengste die Zahl der geworfenen Hengstfohlen zunimmt. Folgende Tabelle giebt die Resultate wieder.

Zahl der von einem Hengst in einem Jahre gedeckten Stuten	Zahl der geworfenen Fohlen		Sexualverhältniss
	männliche	weibliche	
60 oder mehr	28 962	28 636	101,14
55—59	8 942	8 686	102,95
50—54	10 032	10 365	96,79
45—49	12 697	12 857	98,74
40—44	6 606	7 038	93,86
35—39	6 563	6 312	103,98
20—34	2 669	2 865	93,19
Summe	76 471	76 756	99,63

Aus diesen Zahlen erkennt man, wie mit der Beanspruchung auch das Sexualverhältniss steigt. Indessen sind dieselben viel kleiner als die früher mitgeteilten. Daher erhält man viel stärkere Schwankungen, so dass das Resultat weniger deutlich hervortritt. Will man grössere Zahlen erhalten, so muss man dieselben gruppenweise zusammenfassen, wie es in folgender Tabelle geschehen ist.

Zahl der gedeckten Stuten	Zahl der geworfenen Fohlen		Sexualverhältniss
	männliche	weibliche	
55 oder mehr	37 904	37 322	101,56
45—54	22 729	23 222	97,88
20—44	15 838	16 215	97,68

Man ersieht aus dieser Übersicht, wie die Zahl der geworfenen Hengstfohlen zunimmt mit der Zahl der Stuten, welche die Hengste durchschnittlich deckten. Die Geburten in diesen vier Jahrgängen liefern also schon an und für sich wieder einen Beweis für die Richtigkeit der Theorie.

Fassen wir diese neuen Zahlen mit den bereits früher mitgeteilten zusammen, so erhalten wir folgendes Gesammtresultat.

Zahl der gedeckten Stuten	Zahl der geworfenen Fohlen		Sexualverhältniss
	männliche	weibliche	
60 oder mehr	71 407	70 569	101,19
55—59	75 493	74 912	100,77
50—54	69 972	71 461	97,92
45—49	69 774	72 073	96,81
40—44	66 573	69 045	96,42
35—39	44 911	46 493	96,60
20—34	29 023	29 934	96,94
Summe	427 153	434 487	98,31

Wie aus diesen sehr grossen Zahlen ersichtlich ist, bilden die Sexualverhältnisse eine mit der Beanspruchung regelmässig zunehmende Reihe. Die Schwankungen, welche bei den früher mitgeteilten Zahlen noch deutlicher waren, treten hier schon mehr zurück und die Regelmässigkeit ist eine weit grössere.

Die Zahl der hier zusammengefassten Geburten (861 640) ist eine so grosse, dass die Frage nahe liegt, ob nicht die Hälfte derselben an und für sich schon beweisend sein wird. Um dies zu untersuchen, wurden die Geburten der Jahrgänge von 1859 bis 1874 und ferner der von 1875 bis 1882 nach der Stärke der Beanspruchung zusammengestellt. Infolge dieser Teilung umfassen beide Gruppen eine ungefähr gleiche Zahl von Geburten. Das Ergebniss teilen die hier wiedergegebenen Tabellen mit.

1859—1874.

Zahl der gedeckten Stuten	Zahl der geworfenen Fohlen		Sexualverhältniss
	männliche	weibliche	
60 oder mehr	34 835	34 694	100,41
55—59	27 337	27 060	101,02
50—54	26 874	26 978	99,62
45—49	39 674	40 830	97,14
40—44	47 845	49 429	96,79
35—39	26 478	27 337	96,85
20—34	20 505	21 162	96,90
Summe	223 548	227 490	98,27

1875—1882.

Zahl der gedeckten Stuten	Zahl der geworfenen Fohlen		Sexualverhältniss
	männliche	weibliche	
60 oder mehr	36 572	35 875	101,95
55—59	48 156	47 852	100,64
50—54	43 098	44 483	96,88
45—49	30 100	31 243	96,34
40—44	18 728	19 616	95,47
35—39	18 433	19 156	96,22
20—34	8 518	8 772	97,10
Summe	203 605	206 997	98,36

Wie aus diesen Tabellen hervorgeht, ist auch schon die Hälfte der Geburten genügend, um die Zunahme der Zeugung von Hengstfohlen mit der der Beanspruchung von Hengsten definitiv zu beweisen. Und zwar bilden die Sexualverhältnisse in beiden Tabellen, abgesehen von einigen unvermeidlichen Schwankungen, eine ziemlich regelmässig fortlaufende Reihe. Der Beweis kann also als ein doppelter angesehen werden.

Über die Wirkung stärkerer Beanspruchung bei Rindern.

Auch bei andern Tieren ist die Wirkung einer stärkeren geschlechtlichen Beanspruchung festgestellt worden. Bereits früher wurden die Experimente von Fiquet erwähnt. Hierzu mag noch folgende kleine Untersuchung mitgeteilt werden.

Prof. Wilhelm[1]) prüfte statistisch, ob die Häufigkeit der Beanspruchung des Vater-tieres einen Einfluss auf das Geschlecht der Jungen habe. Er ermittelte nämlich aus dem Stammregister die Zeit, welche zwischen je zwei Sprüngen von fünf Stieren vergangen war. Als Resultat ergab sich, dass bei häufiger Benutzung des Stieres weit mehr Stierkälber geboren wurden, als wenn die Sprünge weniger rasch nach einander folgten. Da hier die Stärke der Beanspruchung genau in Rechnung gebracht werden konnte, so ist dies Ergebniss nicht unwichtig, obgleich es nur wenige,

[1]) Allgemeine Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung, Wien, 1865, II. Band, pag. 1016. Hat die Häufigkeit der Benutzung des Vater-tieres einen Einfluss auf das Geschlecht des Jungen?

nämlich 136 Geburten umfasst. Es kann als eine neue Bestätigung der Theorie angesehen werden.

Wenn eine derartige Untersuchung weiter ausgedehnt würde, so wäre sie für die Theorie jedenfalls von grosser Wichtigkeit. Denn nach der Länge der Zeit, welche zwischen den einzelnen Sprüngen vergeht, lässt sich das durchschnittliche Alter des Sperma bemessen. Natürlich hat das betreffende Spermatozoon, welches zufällig zur Befruchtung gelangt, durchaus nicht immer das mittlere Alter, sondern es werden sich sehr viele ältere und jüngere vorfinden. Auch ist das Alter des Eies und die Ernährung des Embryo eine sehr verschiedene. Immerhin aber wird die Mehrgeburt von männlichen Jungen bei stärkerer Inanspruchnahme der Vater-tiere mindestens so stark sein, als sie die statistische Untersuchung über Pferdegeburten ergab. Das Ergebniss wurde hier herabgedrückt durch den Umstand, dass die Hengste nicht alle gleichmässig stark in Anspruch genommen werden. Eine statistische Untersuchung, in der genau die Pause zwischen den einzelnen Sprüngen berücksichtigt wird, wäre daher von grossem Interesse, auch wenn sie nicht so viele Fälle umfasste, als die von mir angestellte.

Über die Geburten von älteren Erstgebärenden.

Von den Geburten älterer Erstgebärenden war früher gezeigt worden, dass sie einen weit grösseren Knabenüberschuss aufweisen, als der normale beträgt. Durch die statistischen Untersuchungen von Hecker, Winckel, Ahlfeld, Schramm, Bidder und endlich von mir war dies als sicher nachgewiesen worden. Auch folgende kleinere Mitteilung mag hierzu noch erwähnt werden. Grenser[1]) fand nämlich bei Erstgebärenden im Alter von 30 bis 45 Jahren 29 Knaben und nur 14 Mädchen. Nur die Hälfte der Gebärenden gehörte dem niedern Stande an. Obgleich die Zahl der Fälle klein ist, so kann dieses Ergebniss doch beachtet werden, da es die Beweiskraft der früheren statistischen Untersuchungen verstärkt. Auch darf nicht unterlassen werden darauf hinzuweisen, dass keine bisjetzt bekannte Thatsache dagegen spricht, dass die Geburten älterer Erstgebärender einen grossen

[1]) Beiträge zur Geburtshülfe, Gynäkologie und Pädiatrik (Festschrift) 1881, pag. 32. Dr. Paul Grenser in Dresden: Über Geburten bei älteren Erstgebärenden in der Privatpraxis.

Knabenüberschuss zeigen. Vielmehr bestätigen dies alle Forscher, welche sich hiermit beschäftigt haben.

Über den Einfluss der Jahreszeiten.

Wie wir früher gesehen haben treten die für die meisten Tiere günstigsten Ernährungsverhältnisse im Sommer ein. Dementsprechend finden wir im allgemeinen während des sommerlichen Überflusses nicht nur überhaupt eine stärkere Reproduction, sondern namentlich eine Mehrproduction von Weibchen. Dieselben Erscheinungen haben wir auch beim Menschen gefunden. Wie aber die Schwankungen des Sexualverhältnisses bei höheren Tieren überhaupt nur gering sind, so war auch die Mehrproduction von Mädchen so klein, dass sie nur an ausserordentlich grossen Zahlen nachgewiesen werden konnte. Diese sind von der Zeitschrift des statistischen Bureaus in Berlin mitgeteilt worden und umfassen sämtliche Geburten in Preussen während der zehn Jahre von 1872 bis 1881 (incl.). Aus diesen bereits früher mitgeteilten Zahlen geht hervor, dass die Reproductionsthätigkeit im Juni am stärksten, im September und October am schwächsten ist, und dass dementsprechend der Knabenüberschuss im Juni am geringsten, im September und October am grössten ist. Die übrigen Monate zeigen einen regelmässigen Übergang zwischen diesen beiden Extremen. Nur im Dezember findet eine Steigerung der Conceptionszahl statt, womit, wie gewöhnlich, ein Sinken des Knabenüberschusses verbunden ist. Diese Erscheinung ist zweifellos auf eine Wirkung der Familienfeste zurückzuführen. Im Februar zeigt sich abermals ein abweichendes Sinken des Knabenüberschusses. Dies ist durch eine relative Zunahme der unehelichen Conceptionen zu erklären. Indessen war bei der früheren Erörterung nur die Summe sämtlicher Kinder angeführt. Um daher diesen Einfluss der unehelichen Geburten beurteilen zu können, habe ich nebenstehende Tabelle aus den von der Zeitschrift des statistischen Bureaus mitgeteilten Zahlen berechnet.

Conceptions-monat	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.
Geburtsmonat	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Lebend ehelich	424 585	395 628	425 378	396 438	393 707	370 830
	402 861	374 857	404 680	376 534	373 857	349 488
	827 446	770 485	830 058	772 972	767 564	720 318
	105,39	105,54	105,11	105,29	105,31	106,11
Tot ehelich	21 112	19 064	20 335	18 413	18 001	16 526
	15 902	15 077	15 905	14 183	13 493	12 518
	37 014	34 141	36 240	32 596	31 494	29 044
	13 283	126,44	127,84	129,82	133,43	132,01
	4,28	4,24	4,18	4,05	3,94	3,88
Lebend unehelich	36 340	34 873	36 706	33 381	32 902	30 423
	35 079	33 388	35 227	32 251	31 849	29 430
	71 419	68 261	71 933	65 632	64 751	59 853
	103,60	104,45	104,19	103,50	103,30	103,37
Tot unehelich	2 416	2 196	2 382	2 057	2 044	1 779
	2 017	1 771	1 902	1 783	1 683	1 506
	4 433	3 967	4 284	3 840	3 727	3 285
	119,7	123,9	125,2	115,4	121,4	111,4
	5,85	5,49	5,62	5,53	5,44	5,20
Ehelich	445 697	414 692	445 713	414 851	411 708	387 356
	418 763	389 934	420 585	390 717	387 350	362 006
	864 460	804 626	866 298	805 568	799 058	749 362
	106,43	106,35	105,98	106,18	106,29	107,00
Unehelich	38 756	37 069	39 088	35 438	34 946	32 202
	37 096	35 159	37 129	34 034	33 532	30 936
	75 852	72 228	76 217	69 472	68 478	63 138
	104,48	105,44	105,28	104,13	104,22	104,09
	8,07	8,24	8,09	7,94	7,89	7,77
Lebend	460 925	430 501	462 084	429 819	426 609	401 253
	437 940	408 245	439 907	408 785	405 706	378 918
	898 865	838 746	901 991	838 604	832 315	780 171
	105,25	105,45	105,04	105,14	105,15	105,89
Tot	23 528	21 260	22 717	20 470	20 045	18 305
	17 919	16 848	17 807	15 966	15 176	14 024
	41 447	37 108	40 524	36 436	35 221	32 329
	131,30	126,19	127,58	128,22	132,09	130,53
	4,41	4,23	4,30	4,16	4,06	3,98
Summe	484 453	451 761	484 801	450 289	446 654	419 558
	455 859	425 093	457 714	424 751	420 882	392 942
	940 312	876 854	942 515	875 040	867 536	812 500
	106,27	106,27	105,92	106,01	106,12	106,77

Octbr.	Nov.	Dezbr.	Januar	Febr.	März	Jahr
Juli	August	Septbr.	October	Novbr.	Dezbr.	Jahr
391 842	410 712	428 300	418 878	401 850	409 044	4 867 202
369 286	389 156	407 136	396 719	381 096	387 066	4 612 736
761 128	799 868	835 436	815 597	782 946	796 110	9 479 938
106,11	105,54	105,20	105,59	105,44	105,68	105,517
16 357	17 086	17 435	18 060	18 478	19 825	220 692
12 546	13 357	13 324	13 924	14 100	15 197	169 526
28 903	30 443	30 759	31 984	32 578	35 022	390 208
130,39	127,94	130,86	129,72	131,04	130,46	130,15
3,66	3,67	3,55	3,77	3,99	4,21	3,953
29 751	28 931	31 558	29 520	30 712	34 411	389 508
28 581	27 290	30 147	28 319	29 544	32 635	373 740
58 332	56 221	61 705	57 839	60 256	67 046	763 248
104,10	106,02	104,68	104,24	103,92	105,44	104,22
1 754	1 682	1 754	1 897	1 889	2 190	24 040
1 491	1 398	1 454	1 520	1 634	1 885	20 044
3 245	3 080	3 208	3 417	3 523	4 075	44 084
117,7	120,3	120,6	124,8	115,8	116,2	119,9
5,27	5,19	4,94	5,58	5,52	5,73	5,460
408 199	427 798	445 735	436 938	420 328	428 869	5 087 884
381 832	402 513	420 460	410 643	395 196	402 263	4 782 262
790 031	830 311	866 195	847 581	815 524	831 132	9 870 146
106,91	106,28	106,01	106,40	106,36	106,61	106,391
31 505	30 613	33 312	31 417	32 601	36 601	413 548
30 072	28 688	31 601	29 839	31 178	34 520	393 784
61 577	59 301	64 913	61 256	63 779	71 121	807 332
104,77	106,72	105,41	105,29	104,57	106,03	105,019
7,23	6,67	6,97	6,74	7,25	7,88	7,561
421 593	439 643	459 858	448 398	432 562	443 455	5 256 710
397 867	416 446	437 283	425 038	410 640	419 701	4 986 476
819 460	856 089	897 141	873 436	843 102	863 156	10 243 186
105,96	105,57	105,16	105,49	105,34	105,66	105,42
18 111	18 768	19 189	19 957	20 367	22 015	244 732
14 037	14 755	14 778	15 444	15 734	17 082	189 570
32 148	33 523	33 967	35 401	36 101	39 097	434 292
129,04	127,21	129,87	129,24	129,44	128,88	129,09
3,77	3,79	3,65	3,89	4,11	4,33	4,067
439 704	458 411	479 047	468 355	452 929	465 470	5 501 432
411 904	431 201	452 061	440 482	426 374	436 783	5 176 046
851 608	889 612	931 108	908 837	879 303	902 253	10 677 478
106,75	106,31	105,97	106,33	106,23	106,57	106,286

In dieser Tabelle ist für jeden Monat und ferner für das ganze Jahr die Zahl der Lebendgeborenen und der Totgeborenen unter den ehelichen und ebenso unter den unehelichen Kindern angegeben. Hieraus ist die Gesamtzahl der ehelichen und der unehelichen Geburten und ferner die Summe der Lebend- und Totgeborenen berechnet worden. Diese Angaben finden sich ebenfalls in der Tabelle. Und zwar giebt die erste Zahl einer jeden Rubrik die Knaben-, die zweite die Mädchengeburten, die dritte die Summe beider und die vierte das Sexualverhältniss derselben an. Letztere Zahlengrösse nennt, wie gewöhnlich, die Anzahl der Knaben auf 100 Mädchen berechnet. Ferner findet sich bei den totgeborenen ehelichen Kindern noch angegeben, wie viel Procent sie von der Gesamtzahl der ehelichen Geburten ausmachen. Ebenso ist berechnet worden, wie viel Procent die totgeborenen unehelichen Kinder unter den unehelichen Kindern überhaupt und endlich wie viel Procent die unehelichen Geburten im Vergleich zu allen Geburten des betreffenden Monats betragen. Diese Summe aller Geburten findet sich in der untersten Reihe. Die früher angegebenen Zahlen stimmen nun mit dieser Summe nicht vollständig überein, sondern sind etwas kleiner. Die Geburtsangaben der statistischen Zeitschriften können nämlich nie vollständig richtig sein; denn stets werden noch nachträglich einige Geburten angemeldet. Daher sind die späteren Angaben um ein Minimum grösser als die früheren. Indessen sind diese Nachträge so klein, dass durch sie an dem Sexualverhältniss der Geburten nichts geändert wird, wie man sich durch eine Vergleichung der früher und der jetzt mitgeteilten Zahlen leicht überzeugen kann.

Diese Tabelle enthält so umfassende Zahlen, dass die Schlüsse, welche sich daraus ziehen lassen, nicht nur für die Darlegung der Theorie sondern auch für die Lehre von der Zeugung überhaupt von grosser Wichtigkeit sind.

Vergleichen wir zunächst die Gesamtzahl der ehelichen mit der der unehelichen Geburten, so ergiebt sich, dass das für das ganze Jahr berechnete Sexualverhältniss bei beiden Summen von Geburten ein verschiedenes ist. Der durchschnittliche Knabenüberschuss ist bei den unehelichen geringer als bei den ehelichen; bei ersteren beträgt er 105,019 und bei letzteren 106,391. Bereits früher wurde eine grosse Zahl von Thatsachen angeführt, welche diesen Sachverhalt als richtig bewiesen. Das Ergebniss dieser Forschungen erfährt durch die hier

angeführten Zahlen eine neue Bestätigung. Und zwar ist das Resultat dieser neuen Zahlen zuverlässig, da die Anzahl der unehelich Geborenen eine grosse, nämlich 807 332 ist.

Die ehelichen Geburten zeigen dasselbe Verhalten wie die Summe aller Geburten, was sehr natürlich ist, da sie ja den grössten Teil derselben ausmachen. Die unehelichen Geburten dagegen betreffen weit weniger Fälle und das Schwanken des Sexualverhältnisses, welches als eine Wirkung des Zufalls aufgefasst werden muss, ist bei ihnen nicht unbedeutend. Im allgemeinen zeigt sich aber, dass, wie zu erwarten stand, die Zahl der unehelichen Conceptionen im Frühling steigt, während zugleich der Knabenüberschuss ebenso wie in den folgenden Sommermonaten gering ist. Im Winter dagegen zeigt sich eine Abnahme der unehelichen Conceptionen und dieser entsprechend ein Steigen des Knabenüberschusses. Das Extrem fällt in den November. Eine Zunahme der Conceptionen findet sich im December ebenso bei den ehelichen, wie unehelichen Geburten und diese Erscheinung ist beide Male mit einem Sinken des Knabenüberschusses verbunden. Es ist dies ohne Zweifel auf eine Wirkung der Familienfeste und der eingetretenen Winterruhe der ländlichen Bevölkerung zurückzuführen. Im Februar dagegen tritt eine Abnahme der ehelichen und eine Zunahme der unehelichen Geburten ein. Hiermit ist ein Sinken des Knabenüberschusses verbunden, welches besonders stark bei den unehelichen Geburten ist. Der Umstand, welcher verursacht, dass bei den unehelichen Geburten der Knabenüberschuss geringer ist als bei den ehelichen, wird bei den Conceptionen im Februar besonders ins Gewicht fallen. Schon früher hatten wir gesehen, dass dies nicht bei allen unehelichen Geburten gleichmässig der Fall ist. Aus diesem Grunde ist z. B. der Knabenüberschuss bei den unehelichen Geburten auf dem Lande geringer als bei denselben in den Städten; denn in letzteren trägt das illegitime Zusammenleben mehr einen ehelichen Character, während auf dem Lande die unehelichen Kinder mehr als Kinder der Liebe angesehen werden müssen. Letzteres ist jedenfalls auch bei den im Februar concipierten unehelichen Kindern der Fall.

Bei Durchsicht der Zahlen, welche sich auf die T o t g e b u r t e n beziehen, bemerkt man zunächst, dass dieselben einen ganz bedeutenden Knabenüberschuss aufweisen (129,09). Die Knaben sterben also während des Fötallebens häufiger als die Mädchen, weil viele derselben sich unter ungünstigen Ernährungsverhältnissen ausbilden, während sie, da sie durchschnittlich schwerer

sind, sogar mehr Nahrung beanspruchen als die leichteren Mädchen. Die hier gefundene Zahl stimmt sehr wohl mit den bereits früher angegebenen.

Man bemerkt ferner, dass der Knabenüberschuss bei den totgeborenen ehelichen Kindern (130,15) grösser ist als bei den tot-geborenen unehelichen (119,9). Dieses ist auf folgende Weise zu erklären. Unter den ehelichen Geburten finden sich weniger Totgeborene (3,9 %) als unter den unehelichen (5,4 %), wie man aus der Tabelle ersieht. Ist die Zahl der Tot-geburten gering, so tritt die stärkere Sterblichkeit der Knaben umsomehr hervor. Hat dagegen die Mutter unter ihren Umständen viel zu leiden, so werden überhaupt viele Kinder sterben, ganz abgesehen davon welches Geschlecht sie haben. Bei unehelichen Geburten wird daher die stärkere Sterblichkeit des männlichen Geschlechtes mehr zurücktreten.

Diese interessante Erscheinung stimmt sehr schön überein mit dem Ergebniss der statistischen Untersuchungen über die Kindersterblichkeit in Süddeutschland, welche von G. Mayr angestellt wurden. Dieser Forscher sagt[1]): „Aus meinen geographischen Detailstudien für Bayern ergiebt sich nämlich, dass *die Sterblichkeit der Knaben jene der Mädchen überall da verhältnissmässig am meisten übertrifft, wo die Kindersterblichkeit an sich gering ist*, während da, wo die Kindersterblichkeit überhaupt bedeutend ist, der Überschuss der besonderen Knabensterblichkeit sich kleiner herausstellt.“ Aus den mitgeteilten Zahlen ergiebt sich nun, dass dieser Satz nicht nur für die Kindersterblichkeit während des ersten Lebensjahres sondern auch für die Sterblichkeit während des Fötallebens gilt. Je grösser die Sterblichkeit überhaupt ist, desto weniger tritt die stärkere Gefährdung des männlichen Geschlechtes hervor, und zwar sowohl während des Fötallebens als auch während der folgenden Jahre.

Vergleicht man nun die Zahl der Totgeburten in den einzelnen Monaten, so findet man, dass dieselbe im allgemeinen gegen den Herbst hin abnimmt, dann aber rasch steigt und im Januar das Maximum erreicht. Bei den Kindern, welche im Anfang des Jahres erzeugt und im Herbst geboren werden, zeigen sich die wenigsten, dagegen bei denen, welche im Frühjahr gezeugt und

[1]) München in naturwissenschaftlicher und medicinischer Beziehung, G. Mayr: Über die Kindersterblichkeit in München, pag. 193.

im Winter geboren werden, die meisten Tot-geburten. Beim Beginn der Schwangerschaft ist der Winter dem Leben der Kinder nicht so gefärlich als gegen Vollendung derselben. Hiermit in Übereinstimmung stehen die Änderungen des Sexualverhältnisses. *Je grösser die Sterblichkeit der Kinder während des Fötallebens überhaupt ist, desto weniger tritt die stärkere Gefährdung des männlichen Geschlechtes hervor.* Die Zahlen, welche die Totgeburten angeben, sind aber so klein, dass die Sexualverhältnisse beträchtlichen Schwankungen ausgesetzt sind. Es ist daher nötig, die Summe der Tot-geburten in mehreren Monaten zu betrachten. Ihre Zahl ist gering in den fünf Monaten Juni bis October, es wurden während der betrachteten zehn Jahre nämlich 94 330 Knaben und 73 038 Mädchen tot-geboren, was einem Sexualverhältniss von 129,15 zu 100 entspricht. In den fünf Monaten December bis April aber wurden 109 990 Knaben und 85 622 Mädchen tot-geboren, woraus sich ein Geschlechtsverhältniss von 128,46 Knaben zu 100 Mädchen ergiebt. In diesen kältern Monaten werden also überhaupt etwas mehr Kinder totgeboren und die stärkere Sterblichkeit der Knaben tritt daher etwas weniger hervor.

Die Erscheinung, dass bei hoher Sterblichkeit der Kinder überhaupt die grössere des männlichen Geschlechtes weniger hervortritt, bietet viel Interesse und ist für die medicinische Stastistik nicht unwichtig, sodass es sich verlohnt, dieselbe noch weiter zu verfolgen. Eine solche Untersuchung wurde in folgender Weise vorgenommen. Von der Zeitschrift des statistischen Bureaus in Berlin werden, wie schon früher erwähnt, die Geburten nach dem Stande und der Beschäftigung des Vaters geordnet veröffentlicht. Hierbei ist aber nicht nur die Zahl der Lebendgeborenen sondern auch die der Totgeborenen genau angegeben. Nach dem oben gefundenen Satze muss nun der Knabenüberschuss bei den Totgeburten desto grösser sein, je geringer die Zahl der Totgeburten überhaupt bei diesem Stande ist. Das Resultat der Berechnungen ist in umstehenden Tabellen mitgeteilt.

Stand	Totgeburten in $^0/_0$	Totgeburten männlich	weiblich	Sexualverhältniss	Beobachtungsjahre
Öffentliche Beamte .	3,371	4 579	3 478		1877—81
Heer, Marine . . .	3,074	743	560		1875—81
Militärzwecke . . .	3,194	6	5		1877—81
Summe	3,0—3,5	5 328	4 043	131,8	
Selbständige	3,840	41 286	31 607		1877—81
Privatbeamte . . .	3,784	2 814	2 083		1877—81
Gesellen, Lehrlinge, Arbeiter	3,769	27 500	21 284		1877—81
Ausgedingte Rentner, Pensionäre . . .	3,965	765	597		1875—81
Summe	3,5—4,0	72 365	55 571	130,22	
Tagearbeiter . . .	4,275	44 373	34 087	130,18	1875—81
Dienstboten, Mägde .	4,674	9 076	7 149	127,0	1877—81
Almosenempfänger .	6,561	63	50		1875—81
Insassen v. Anstalten, Unterricht . . .	11,992	327	287		1877—81
Krankenpflege . . .	7,008	712	606		1877—81
Arme, Invalide . .	5,085	19	25		1877—81
Strafe, Besserung . .	13,171	30	21		1877—81
Übrige	9,769	3 505	2 729		1877—81
Summe	über 5,0	4 656	3 718	125,3	

Erwerbszweig					
Fischerei	3,422	330	234		1875—81
Fabrikation v. Maschinen	3,429	1 353	984		1877—81
Papier- u. Lederind.	3,477	826	661		1877—81
Polygraph. Gewebe .	3,114	207	157		1877—81
Kunstgewerbe . . .	3,080	69	62		1877—81
Gesundheitspflege, Krankendienst	3,183	125	102		1877—81
Unterricht	2,794	754	575		1877—81
Kirche, Gottesdienst .	3,414	186	144		1877—81
Kaisl. Hof- u. Staatsgemeinden . . .	3,449	1 340	1 021		1877—81
Heer und Flotte . .	3,095	753	568		1875—81
Summe	3,0—3,5	5 943	4 508	131,8	

Erwerbszweig	Totgeburten in $^0/_0$	Totgeburten männlich	Totgeburten weiblich	Sexualverhältniss	Beobachtungsjahre
Handel- u. Versicherungswesen . . .	3,649	6 072	4 717		1875—81
Verkehrsgewerbe . .	3,836	5 613	4 218		1877—81
Kunst, Litteratur, Presse	3,657	53	58		1877—81
Bergbau, Hütten-Salinenwesen	3,651	6 908	5 451		1875—81
Ind. d. Steine u. Erden	3,865	2 258	1 670		1875—81
Metallverarbeitung .	3,716	6 032	4 725		1875—81
Chemische Industrie	3,892	84	74		1877—81
Ind. d. Heiz- u. Leuchtstoffe	3,643	81	49		1877—81
Ind. d. Holz- u. Schnitzstoffe	3,634	3 576	2 751		1877—81
Ind. d. Nahrungs- und Genussmittel . .	3,727	3 874	3 171		1877—81
Baugewerbe	3,717	9 646	7 518		1875—81
Summe	3,5—4,0	44 197	34 402	128,5	
Beherbergung und Erquickung	4,287	2 120	1 703		1877—81
Fabrikarbeiter . . .	4,380	2 898	2 190		1877—81
Tagelöhner	4,481 }	8 470	6 631		1877—81
Dienstboten	5,692 }				
Landwirtschaft . . .	4,054	61 607	47 039		1875—81
Textilindustrie . . .	4,226	4 326	3 348		1875—81
Bekleidung und Reinigung	4,013	6 954	5 172		1875—81
Übrige	4,054	1 332	1 010		1875—81
Summe	4,0—4,5	87 707	67 093	130,7	
Unbestimmt	8,183	5 928	4 655	127,3	1875—81

In der ersten Tabelle sind die Geburten nach dem Stand des Vaters, in der zweiten nach dem Erwerbszweig desselben geordnet. In der ersten Zahlencolumne ist angegeben, wie viel Procent aller Geburten des Standes die Totgeburten 1877—81 ausmachten. Je grösser diese Zahlen sind, desto kleiner muss der Knabenüberschuss sein, der durch das Sexualverhältniss angegeben ist. Um über möglichst grosse Zahlen zu verfügen, wurden die Angaben zu Partien zusammengefasst. Die erste Partie enthält die niedrigste Zahl von Totgeburten, nämlich 3,0 bis 3,5 %. Dann folgt 3,5 bis 4,0 %, ferner 4,0 bis 4,5 %, endlich 4,5 bis 5,0 %; die erste Tabelle enthält dann noch eine Partie, bei der die Totge-

burten mehr als 5 % betragen. Wie man aus der ersten Tabelle ersieht, nimmt der Knabenüberschuss stetig ab, je mehr die Zahl der Totgeburten steigt, und zwar wird diese Regelmässigkeit durch keine zufällige Schwankung gestört. In der zweiten Tabelle zeigt sich genau dieselbe Erscheinung; nur wird die Regelmässigkeit durch eine kleine zufällige Schwankung gestört, da der Knabenüberschuss bei der zweiten Partie etwas zu niedrig ist. Jedoch ist diese Unregelmässigkeit unbedeutend. Aus den Tabellen geht also als unzweifelhaft sicher hervor, dass mit der Zunahme der Totgeburten der Knabenüberschuss derselben sinkt.

Diese Erscheinung zeigt sich also, wenn man die Geburten nach dem Stand, ferner wenn man sie nach dem Erwerbszweig des Vaters und endlich wenn man sie nach dem Geburtsmonat ordnet. Da Mayr Ähnliches in bezug auf die Kindersterblichkeit feststellte, so darf man mit Sicherheit den Satz annehmen, dass die grössere Sterblichkeit der Knaben sowohl während des Foetallebens wie auch später desto weniger hervortritt, je grösser die Sterblichkeit überhaupt ist. —

Doch kehren wir zurück zur Betrachtung der Tabelle über den Einfluss der Jahreszeiten. Die Summe aller Geburten, welche während der zehn Jahre in den verschiedenen Monaten stattfanden, zeigt, wie bereits früher als unzweifelhaft richtig nachgewiesen wurde, dass in den wärmeren Monaten mehr Mädchen gezeugt werden als in den kälteren. Es ist unnötig, dies noch einmal zu erläutern. Jedoch ist es vielleicht von Interesse, zu erfahren, wie viel Knaben in jedem Winter dem Umstand ihr Geschlecht verdanken, dass sie in den kälteren Monaten gezeugt wurden. Dieses ist auf folgende Weise berechnet worden. In den fünf wärmeren Monaten wurden in Preussen während der in Rechnung gezogenen zehn Jahre 2 317 958 Knaben und 2 184 299 Mädchen erzeugt, was einem Sexualverhältniss von 106,12 Knaben zu 100 Mädchen entspricht. In den fünf kälteren Monaten aber wurden 2 251 498 Knaben und 2 113 312 Mädchen erzeugt; diese Zahlen geben das Verhältniss 106,54 zu 100. Die Monate December und Februar nehmen eine Ausnahme-stellung ein und sind darum bei dieser Berechnung fortgeblieben. Aus den angeführten Zahlen geht hervor, dass in den fünf kälteren Monaten um 0,42 % mehr Knaben erzeugt werden als in den fünf wärmeren. Daraus geht hervor, dass in diesen zehn Jahren 8876 Knaben ihr Geschlecht dem Umstande verdanken, dass sie im Winter erzeugt wurden. Für jedes Jahr beträgt dies 888 Knaben. Diese Mehrproduction ist indessen

so gering, dass sie nicht in jedem Jahre nachweisbar ist. Daher war es auch früheren Forschern nicht möglich gewesen, diese Differenz unzweifelhaft sicher nachzuweisen.

Über die Geburten in der Stadt und auf dem Lande.

Wie wir früher gesehen hatten, bewirken ungünstige Verhältnisse auch beim Menschen eine Verminderung der Reproduction und eine relative Mehrgeburt von Knaben. Die Städter sind nun im allgemeinen nicht nur besser ernährt, sondern auch körperlich weniger angestrengt als die Landbewohner. Daraus geht hervor, dass der Genitalapparat letzterer durchschnittlich weniger Nahrungszufuhr erhalten wird als der ersterer. In Übereinstimmung hiermit hatten wir gefunden, dass die Bewohner der Städte durchschnittlich eher geschlechtsreif werden als die des Landes. Die Untersuchungen mehrerer Forscher führten nämlich in verschiedenen Ländern zu dem übereinstimmenden Resultat, dass die Städterinnen früher menstruieren als die Bäuerinnen. Mit der Zunahme der Ernährung des Genitalsystems nimmt aber auch die relative Production von Mädchen zu. Dies fanden wir bestätigt durch mehrere Untersuchungen, welche zu dem übereinstimmenden Ergebniss führten, dass der Knabenüberschuss auf dem Lande grösser ist als in den Städten.

Eine neue Bestätigung findet dieses Resultat durch folgende aus den Mitteilungen der Zeitschrift des k. preussisch. statist. Bureaus berechneten Zahlen. Die hier gegebene Übersicht zeigt die Sexualverhältnisse der Geburten im Jahre 1881, welche in den Städten und auf dem Lande stattfanden.

	Knaben	Mädchen	Sex.-verh.
Grossstädte	53 715	51 342	104,62
Alle Städte	181 698	173 240	104,88
Plattes Land	337 308	320 318	105,30
Staat	519,006	493,558	105,15

Aus diesen Zahlen geht die Thatsache hervor, dass der Knabenüberschuss bei den Geburten im Jahre 1881 auf dem platten Lande am grössten, in den Städten kleiner und in den Grossstädten am kleinsten war.

Ferner lässt sich aus den von der Zeitschrift mitgeteilten Angaben das durchschnittliche Sexualverhältniss der Geburten in

Preussen während der fünf Jahre von 1875 bis 1879 entnehmen, Es ist für die verschiedenen Städte, sowie für das platte Land in folgender Übersicht mitgeteilt.

Berlin	105,70
Grossstädte	105,72
Mittelstädte	105,44
Kleinstädte	106,14
Plattes Land	106,62
Staat	106,36

Diese Zahlen führen abermals zu demselben Ergebniss. Nur die Grossstädte, d. h. solche Städte, welche über 100000 Einwohner haben, zeigen eine kleine Steigerung des Knabenüberschusses, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, dass diese Angabe weniger Fälle umfasst als die übrigen. Im Jahre 1881 zeigte sich diese Abweichung nicht, wie wir gesehen hatten.

Für das Jahr 1882 war das Sexualverhältniss der Geburten in ganz Preussen 106,42, in den Grossstädten aber nur 105,24, in den Mittelstädten, d. h. solchen von 20000 bis 100,000 Einwohnern, sogar nur 104,83. Hieraus geht wieder hervor, dass der Knabenüberschuss in den Städten am geringsten ist. Eigentümlicherweise ist derselbe auch in diesem Jahre in den Grossstädten etwas höher als in den Mittelstädten. Indessen ist die Steigerung zu gering, als dass man glauben dürfte, sie sei durch diese Zahlen bereits sicher festgestellt. Vielleicht wird sie nur als zufällige Abweichung zu betrachten sein. — Im allgemeinen gelangen wir also von neuem zu dem unzweifelhaften Resultat, dass in den Städten mehr Mädchen geboren werden als auf dem Lande, und zwar ist dies zurückzuführen auf die Wirkung der verschiedenen Lebensweise. Der durchschnittlich besser genährte und weniger angestrengt arbeitende Städter erübrigt mehr Nahrung für das Genitalsystem. Mit der Zunahme der Ernährung des Genitalsystems nimmt aber auch die Production von Mädchen zu.

Über die Wirkung der Inzucht.

Im Laufe der Entwicklung der Theorie war schon darauf hingewiesen worden, dass die Differenz in den Sexualverhältnissen der Stadt- und Land-geburten wahrscheinlich durch die Wirkung von zwei Momenten herbeigeführt wird. Bei Vergleichung der

Stärke der geschlechtlichen Mischung auf dem Lande und in der Stadt kommt man zu dem Resultat, dass unter den Landbewohnern mehr Inzucht stattfindet als in den Städten. Am stärksten ist die Mischung in Fabrikstädten, wo sich die Angehörigen nicht nur verschiedener Stämme, sondern auch verschiedener Nationalitäten zusammenfinden. In der That findet man in Fabrikstädten einen relativ geringen Knabenüberschuss. Die Zeitschrift des statistischen Bureaus in Berlin hat die Sexualverhältnisse der Geburten für jede einzelne Mittelstadt während der fünf Jahre 1875 bis 1879 und während des Jahres 1880 mitgeteilt. Aus diesen Zahlen wurde das durchschnittliche Geschlechtsverhältniss der Geburten in den Fabrikstädten und ferner in allen übrigen Mittelstädten berechnet, wobei natürlich die ungefähre Einwohnerzahl der Städte eine Berücksichtigung erfuhr [1]. Diese Berechnung ergab folgende Sexualverhältnisse:

1880	1875—1879	
104,67	104,89	Fabrikstädte
104,99	105,79	Die übrigen Mittelstädte
106,36	106,42	Staat

Wir sehen also, dass der Knabenüberschuss in den Fabrikstädten geringer ist als in den übrigen etwa gleich grossen Städten. Es wäre unrichtig, wenn man vermuten wollte, dieser niedrige Ausfall des Knabenüberschusses in den Fabrikstädten werde vielleicht durch eine grössere Zahl von unehelichen Kindern verursacht. Dem ist nicht so, denn diese Städte liegen zum grössten Teil in der Rheinprovinz und in Westfalen, wo die Zahl der unehelichen Kinder eine aussergewöhnlich niedrige ist. Es muss dies als bekannt vorausgesetzt werden, die Beweise hierfür finden sich in statistischen Werken. Man gelangt also zu dem Resultat, dass unter den Städten, in denen ja überhaupt weniger Knaben produciert werden, der Knabenüberschuss in den Fabrikstädten am geringsten ist. Da die Fabrikarbeiter, welche doch die Hauptmasse der Bewohner dieser Städte stellen, jedenfalls nicht besser genährt sind als die Einwohner der übrigen Städte, so kann diese Erscheinung nicht auf die Wirkung einer besseren Ernährung zurückgeführt werden. Die Mehrproduction wird daher zweifellos durch die Wirkung der stärkeren geschlechtlichen Mischung in den Fabrikstädten hervorgerufen.

[1]) Um eine Controle der hier angestellten Berechnung zu er-

Unter den schon früher benutzten Zahlen, welche die nach dem Stande des Vaters geordneten Geburten wiedergeben, findet sich auch die Zahl der Neugeborenen, deren Vater Fabrikarbeiter ist. Es wurden nämlich in den fünf Jahren von 1877 bis 1881 59791 männliche und 56581 weibliche Fabrikarbeiter-kinder geboren, was einem Sexualverhältniss von 105,67 zu 100 entspricht. Bei diesen Zahlen sind, wie schon früher bemerkt, die Totgeburten mitgerechnet. Solche Arbeiter, bei deren Reproduction wahrscheinlich wenig geschlechtliche Mischung stattfindet, sind jedenfalls die Bergleute. Fabrikarbeiter werden stets von aussen herheigeholt, bei den Bergleuten ist dies aber gar nicht oder nur wenig der Fall. Es mag dies seinen Grund darin haben, dass der erwachsene Mensch nur dann in die Erde geht und dort arbeitet, wenn er dies von Jugend auf gewohnt ist. Bei Bergleuten wird also nicht wie bei Fabrikarbeitern eine Mischung verschiedener Stämme und Nationalitäten stattfinden. In den obengenannten 5 Jahren wurden 168862 männliche und 157202 weibliche Kinder geboren, deren Vater im Bergbau, Hütten- oder Saline-wesen beschäftigt waren. Diese Zahlen ergeben das Sexualverhältniss 107,42:100. Der Knabenüberschuss ist hier also bedeutend grösser als bei den Fabrikarbeitern. Man ist also wohl berechtigt, diesen Unterschied als eine Wirkung der verschieden starken geschlechtlichen Mischung anzusehen.

Das Experiment.

Die meisten der angeführten Thatsachen, namentlich die, auf welche das grösste Gewicht zu legen ist, sind nicht durch Experimente, sondern durch statistische Untersuchungen gewonnen. Es fragt sich, wie sich die Richtigkeit der Theorie etwa durch ein directes Experiment prüfen liesse. Der Grundgedanke derselben besteht darin, dass stets ein bestimmtes Geschlechtsverhältniss sich zu erhalten bestrebt ist. Wenn man also unter einer Anzahl von Tieren ein von diesem abweichendes Sexualverhältniss herstellt, so muss sich in den Geburten die Tendenz zeigen, dasselbe zu regulieren.

möglichen, teile ich die Namen der Städte, welche als Fabrikstädte angesehen wurden, nach der Grösse geordnet mit: Barmen, Elberfeld, Aachen, Krefeld, Dortmund, Essen, Duisburg, München-Gladbach, Bochum, Bielefeld, Remscheid, Königshütte, Hagen in W., Hanau, Viersen, Mülheim (Ruhr), Witten, Hamm, Mülheim (Rhein).

Herr Professor Preyer, mit welchem ich mehrfache Unterredungen über diesen Gegenstand hatte, schlug vor, das Experiment auf folgende Weise zu unternehmen. Als Material wurden Meerschweinchen benutzt, da Herr Professor Preyer die Güte hatte, mir die Meerschweinchen des physiologischen Institutes zu diesem Zwecke zur Verfügung zu stellen, wofür ich mir auch hier erlaube, ihm meinen Dank auszusprechen. Etwa 90 Stück dieser Tiere wurden in zwei Ställen so verteilt, dass in dem einen ein ausserordentlicher Mangel an Männchen und ein grosser Überfluss an Weibchen, in dem andern ein Mangel an Weibchen und ein Überfluss an Männchen herrschte. In dem einen Stall herrschte also das entgegengesetzte Sexualverhältniss wie im andern. Alsdann mussten der Theorie nach in dem ersteren mehr Männchen und in dem zweiten mehr Weibchen geboren werden.

Wöchentlich wurde der Stall ein- oder zweimal revidiert, das Geschlecht der neugeborenen Jungen bestimmt und dieselben durch kleine Ausschnitte in den Ohren gekennzeichnet. Eine Woche später, wenn sich die Tiere schon etwas weiter entwickelt hatten, wurde noch einmal controliert, ob sich auch kein Fehler eingeschlichen hatte.

Im Anfang zeigte sich nun ein ganz erheblicher Überschuss an männlichen Geburten in dem Stall, der meist Weibchen enthielt. Dies war aber nur das Werk des Zufalls; denn bald stellte sich das umgekehrte Verhältniss ein und es wurden viel mehr Weibchen als Männchen geboren. Endlich änderte sich das Verhältniss wieder zu gunsten der Männchengeburten. Wenn man nun sämmtliche Geburten, welche bis jetzt stattfanden, zusammenfasst, so ist diese Zahl noch viel zu gering, um irgend etwas daraus schliessen zu können.

Wenn es gelänge, ein Experiment von so umfassender Art anzustellen, dass es sich, wenn auch nur annähernd, mit der statistischen Untersuchung über die Wirkung der stärkeren Beanspruchung bei Pferden vergleichen liess, so würde die Theorie auch durch ein directes Experiment bestätigt, resp. widerlegt werden können.

Es scheint mir, als ob die Art und Weise, wie der Versuch bis jetzt unternommen wurde, eine sehr zweckmässige sei. Dieser muss aber so lange fortgesetzt werden, bis das Sexualverhältniss constant geworden ist, also nicht mehr durch zufällige Schwankungen abgeändert werden kann. Angenommen einmal, die Theorie sei falsch, so würde sich folgendes einstellen. In beiden Stäl-

len, sowohl in dem, wo Mangel an Männchen herrscht, als in dem, wo diese sehr in der Mehrzahl sind, würden die Geburten, wenn eine genügende Zahl erhalten ist, ein ganz bestimmtes und zwar dasselbe Sexualverhältniss zeigen. Bei der Richtigkeit der Theorie hingegen wird sich in dem einen Stall ein anderes Geschlechtsverhältniss bei den Geburten herausstellen als in dem andern. Und zwar müssen in dem Stall, in dem Mangel an Männchen herrscht, etwas mehr Männchen, in dem, wo Mangel an Weibchen herrscht, etwas mehr Weibchen geboren werden.

Der Versuch muss also so lange fortgesetzt werden, bis das Sexualverhältniss der Geburten in jedem Stall nicht mehr durch die zufälligen Schwankungen der folgenden Geburten abgeändert wird. Dies wird erst bei einer grossen Zahl von Geburten der Fall sein. Bei 3200 Fällen z. B. ist nach Lexis[1]) die Wahrscheinlichkeit noch immer gleich $\frac{1}{9}$, dass das Verhältniss um 6 männliche Geburten, auf 100 weibliche berechnet, unrichtig ist.

Das Bemühen, eine möglichst grosse Anzahl von Geburten zu erhalten, stösst aber auf einige Schwierigkeiten. In dem einen Stall, in welchem Mangel an Männchen herrschen soll, kann auf eine sehr grosse Zahl von Weibchen nur ein einziges Männchen gehalten werden. Dieses wird die vielen Weibchen dennoch in Reproductionsthätigkeit halten und an Geburten wird es nicht mangeln. In dem Stall jedoch, in welchem Mangel an Weibchen herrschen soll, kann kein so extremes Sexualverhältniss hergestellt werden. Bei einer grossen Zahl von Männchen müssen doch immer mehrere Weibchen gehalten werden. Wollte man noch weniger nehmen, so würde die Zahl der Geburten eine viel zu geringe sein; denn die Stärke der Vermehrung hängt besonders von der Anzahl der Weibchen ab, wie im Laufe der Entwickelung der Theorie oft betont wurde. Es wird daher immerhin eine längere Zeit dauern, bis auch in diesem Stall die Zahl der Geburten eine genügende geworden ist.

Ferner ist es nicht unwichtig, auch das Datum in die Protokolle aufzunehmen, da voraussichtlich im Sommer die Zahl der weiblichen Geburten eine etwas grössere als im Winter sein wird. Alsdann können später die Geburten auch nach den Jahreszeiten zusammengestellt werden und auf solche Weise kann zugleich der Einfluss dieses Momentes geprüft werden.

Einem solchen Experiment gegenüber hat eine statistische

---

[1]) Hildebrands Jahrbücher d. Nat. u. Stat. XXVII, 1876, p. 209.

Untersuchung den grossen Vorteil, dass sie über so ausserordentlich grosse Zahlen verfügt, wie sie ein Experiment wohl niemals erreichen kann. Trotzdem wäre es von grosser Wichtigkeit, dieses Experiment fortzusetzen. Da mir dies unmöglich ist, so muss ich die Hoffnung aussprechen, dass diese Fortsetzung von anderer Seite unternommen wird. Eine grosse Mühe ist nicht mit demselben verbunden, da die Revision jede Woche nur eine halbe oder ganze Stunde in Anspruch nimmt. Auch brauchen keine Tiere hierbei geopfert zu werden, da nur ausnahmsweise in zweifelhaften Fällen eins getötet und innerlich untersucht werden muss. Meist ist das Geschlecht mit Sicherheit äusserlich zu erkennen. Acht Tage später controliert man noch einmal die Jungen, welche in der vorigen Woche geboren und mit bestimmten Ausschnitten an den Ohren versehen wurden. Ein etwaiger Irrtum stellt sich alsdann stets heraus. Da das Experiment keine grosse Mühe verursacht, so kann es sehr leicht nebenbei angestellt und längere Zeit fortgesetzt werden. —

Da im Winter die Geburten der Meerschweinchen spärlicher wurden, so fragte es sich, ob nicht noch fruchtbarere Tiere zu diesem Experiment benutzt werden könnten. Mäuse und Ratten gehören zu solchen. Die gewöhnlichen grauen Tiere halten sich aber nicht gut in der Gefangenschaft und es wurden daher weisse Mäuse zu diesem Experiment gewählt. Ähnlich wie bei den Meerschweinchen, wurden auch hier die Tiere so verteilt, dass in einem Topfe Männchenmangel, in zwei andern aber Weibchenmangel herrschte. Die nackten Jungen müssen sofort nach der Geburt entfernt werden, da sie häufig aufgefressen werden. Einmal wurde selbst eine alte Maus bis auf das Rückgrat aufgefressen, trotzdem die Tiere sicherlich nicht Hunger litten. Die Jungen wurden sofort in Spiritus geworfen und alsdann innerlich untersucht, da bei ihnen das Geschlecht äusserlich nicht zu erkennen ist. Wahrscheinlich wird die Mutter alsdann eher wieder trächtig, als wenn sie das Säugegeschäft erst vollzöge. Auch mit diesem Experiment ist keine grosse Mühe verbunden, es muss aber mit Ausdauer fortgesetzt werden. Die Angabe des Datums ist auch hier erwünscht, damit zugleich der Einfluss der Jahreszeiten berücksichtigt und beobachtet werden kann. Infolge der freundschaftlichen Bereitwilligkeit des Herrn Dr. Walter, Assistenten am zoologischen Institute zu Jena, ist es möglich, dieses Experiment vorläufig noch fortzusetzen. —

Indessen fragt es sich, ob höhere Tiere überhaupt ein gün-

stiges Object zur Anstellung solcher Experimente liefern. Es war früher theoretisch gezeigt worden, dass die Schwankungen des Sexualverhältnisses desto grösser sein werden, je rascher das Tier geschlechtsreif wird. Die Thatsachen standen hiermit in Übereinstimmung; denn beim Menschen und bei höheren Tieren zeigte sich immer nur eine geringe Abweichung vom normalen Zahlenwert des Sexualverhältnisses. Der Einfluss äusserer Umstände auf das Geschlechtsverhältniss bei den Geburten wird daher bei höheren Tieren, deren Geschlechtsreife im allgemeinen spät eintritt, klein und nur an grossen Zahlen sicher nachzuweisen sein. Bei niederen Tieren sind aber die Schwankungen ausserordentlich stark, so dass oft die ausschliessliche Production nur des einen Geschlechtes eintritt. Bei diesen wird die Anstellung eines Experimentes weit leichter sein und zu sehr in die Augen fallenden Resultaten führen. Teilweise sind diese Versuche bereits oben mitgeteilt worden. Als solche sind namentlich die von Siebold und von Adler über die verschiedenen Arten der Parthenogenesis ausgeführten zu erwähnen.

Die Versuche mit niederen Tieren gewähren auch noch einen weiteren Vorteil. Bei den Experimenten mit Meerschweinchen kann nämlich nur geprüft werden, ob eine Regulierung des Geschlechtsverhältnisses stattfindet. Bei niederen Tieren aber, bei denen eine künstliche Befruchtung der Geschlechtsproducte vorgenommen werden kann, ist es zugleich möglich, den Einfluss des Alters der Geschlechtsproducte zu untersuchen. Man wird leicht Sperma und Eier von verschiedenem Alter erhalten und dann später die Schwankungen des Sexualverhältnisses der Nachkommen beobachten können.

Die Tiere, bei denen unter Umständen eine ausschliessliche Production des einen Geschlechtes eintritt, eignen sich vielleicht weniger zu diesen Experimenten. Bei Bienen z. B. ist der Umstand, ob das Ei befruchtet oder nicht befruchtet ist, so entscheidend, dass alle übrigen Momente mehr oder weniger in den Hintergrund treten. So könnte bei diesen der Einfluss des Alters der Samenfäden beobachtet werden. Denn die Königin wird nur einmal befruchtet, die zuerst verbrauchten Samenfäden sind also jung, die später gebrauchten alt. Es ist daher die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass aus den befruchteten Eiern sich im Anfang auch einige männliche Tiere entwickeln könnten; denn die Befruchtung mit jungen Spermatozoen entspricht einem Mangel an männlichen

Individuen. Der gänzliche Ausfall der Befruchtung entspricht indessen einem weit stärkeren Mangel an Männchen und erst dieser ist genügend, um das Ei zum männlichen Geschlecht zu bestimmen. Solche Tiere aber, bei denen bereits eine Verzögerung der Befruchtung eine Mehrgeburt von Männchen bewirkt, eignen sich vielleicht besser dazu, den Einfluss des Alters der Geschlechtsproducte zu untersuchen. — Ferner gehen bei andern Tieren infolge des Ausfalls der Befruchtung aus den Eiern Männchen und Weibchen hervor. Bei diesem Übergang zwischen Thelytokie und Arrenotokie zeigen sich nach den bisherigen Experimenten im Sommer mehr Weibchen als in den übrigen Jahreszeiten, was dem Einfluss der besseren Ernährung zugeschrieben werden muss. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass der Einfluss der Ernährung besonders bei diesen Tieren leicht geprüft werden könnte, wie auch schon früher erwähnt wurde. Da man bei Fröschen leicht eine Befruchtung mit verschieden-altrigen Geschlechtsproducten vornehmen kann, so eignen sich auch diese vielleicht zu einer solchen Untersuchung. Indessen bietet die Bestimmung des Geschlechts erhebliche Schwierigkeiten, wie Pflüger fand.

Die Wichtigkeit eines solchen Experimentes ist jedenfalls nicht unbedeutend und es wird hoffentlich recht bald trotz der Schwierigkeiten, die sich ihm entgegenstellen, unternommen werden. —

Indessen darf die Wichtigkeit eines solchen Versuches doch nicht überschätzt werden. Eine statistische Untersuchung hat dieselbe Beweiskraft, wie ein Experiment. Häufig wird ihm dieselbe aber nicht zugeschrieben, da man in den Experimentalwissenschaften nicht gewohnt ist, statistische Ergebnisse in betracht zu ziehen. Man hat zu einem Experiment deshalb so viel Zuversicht, weil man voraussagt, dass unter den hergestellten Umständen eine Erscheinung eintreten wird. Tritt diese alsdann wirklich ein, so ist die Theorie experimentell bestätigt. Bei einer statistischen Untersuchung aber handelt es sich im Grunde genommen um dasselbe. Auch hier wird das Resultat vorausgesagt und es wird dann an einem bereits vorhandenen thatsächlichen Material geprüft, ob es auch wirklich der Fall ist. Der Unterschied, ob das thatsächliche Material durch absichtlich angestellte Versuche gewonnen wird, oder ob es bereits fertig vorliegt, ist für die Beweiskraft vollständig gleichgültig. Bei statistischen Untersuchungen ist aber die Möglichkeit gegeben, eine so grosse Zahl von Fällen in Rechnung zu ziehen, dass auch die kleinsten

Schwankungen einer Zahlengrösse mit Sicherheit nachgewiesen werden können. Bei einem Experiment aber wird dies kaum möglich sein.

Über die Wirkung günstiger und ungünstiger Lebensverhältnisse bei Pflanzen.

Erst nach vollständiger Fertigstellung der vorliegenden Arbeit habe ich von den Versuchen Kenntniss erhalten, welche Heyer ausser den bereits früher mitgeteilten angestellt hat [1]). Dieselben betreffen, wie die in seiner Dissertation beschriebenen, die Wirkung äusserer Umstände auf das Geschlecht bei Pflanzen. Da er aus den Ergebnissen Schlüsse zieht, welche der Theorie teilweise widersprechen, so ist es wichtig, seine Versuche näher zu prüfen.

Heyer hatte, wie schon früher mitgeteilt wurde, die wichtige Entdeckung gemacht, dass das Sexualverhältniss auch bei dioecischen Pflanzen ein bestimmtes, stets wiederkehrendes ist. Durch die Zählung von 21 000 Pflanzen des Bingelkrautes (Mercurialis annua) hatte er dies nachgewiesen. Das Sexualverhältniss fand er bei dieser Art wie 105,86 männliche zu 100 weiblichen Pflanzen.

Er schloss alsdann, dass auch alle übrigen Pflanzen ein solches constantes Verhältniss der Geschlechter zeigen. Die Feststellung desselben gelang ihm ausser bei Mercurialis noch beim Hanf. Er säete nämlich mehrere Samenproben aus, welche aus verschiedenen Handlungen bezogen waren [2]). Das Sexualverhältniss schwankte bei den Pflanzen, welche hieraus hervorgingen, zwischen 85,7 und 89,7 männlichen zu 100 weiblichen Individuen. Versuche, welche Haberlandt mit Hanf angestellt hatte, zog er ebenfalls in Berücksichtigung; das Sexualverhältniss war bei ihnen 83,0 und 85,0. Endlich ergab ein Versuch von Girou de Buzareingues das Verhältniss 85,9 : 100. Aus diesen Zahlen ergiebt sich ein mittleres Sexualverhältniss von 86 männlichen zu

---

[1]) Die Abhandlung findet man im 5. Hefte der Berichte aus dem physiologischen Institut der Universität Halle. Herr Geheimrat Professor Dr. Julius Kühn erlaubte mir, die Korrectur-abzüge durchzusehen. Auch die Verlagsbuchhandlung von G. Schönfeld in Dresden kam mir hierbei freundlichst entgegen. Ich ergreife diese Gelegenheit, um den Herren, sowie dem Herrn Verfasser für ihre Bereitwilligkeit meinen Dank auszusprechen.

[2]) l. c. pag. 53.

100 weiblichen Hanfpflanzen. Beim Hanf scheinen also nach den bisherigen Ermittelungen stets etwas mehr weibliche als männliche Pflanzen vorhanden zu sein. — Das umgekehrte Verhältniss fand Heyer bei etwa hundert Pflanzen von Lychnis dioica[1]). Hier scheinen die Männchen in der Mehrzahl zu sein.

Nach Feststellung dieser Sexualverhältnisse ging er indessen viel zu weit, indem er annahm, dass dieses Sexualverhältniss allein durch ein inneres Gesetz bestimmt würde, dass das Geschlecht bereits im Samenkorn definitiv entschieden sei und die äusseren Lebensverhältnisse nicht den geringsten Einfluss auf die Entstehung desselben hätten.

Heyer hat nun Beobachtungen und Versuche angestellt, aus denen auf das Unzweifelhafteste hervorgeht, dass unter günstigen Verhältnissen mehr Weibchen gebildet werden als unter ungünstigen. So machte er Experimente mit Kürbissen und Gurken. Bei diesen monoecischen Pflanzen gelang es ihm nicht, ein bestimmtes, stets wiederkehrendes Sexualverhältniss zwischen den männlichen und weiblichen Blüten nachzuweisen. Die Schwankungen in dem Zahlen-verhältniss der Geschlechter sind hier zu grosse. Schon allein diese Thatsache ist nicht in Übereinstimmung zu bringen mit der Ansicht Heyers, dass die Entstehung des Geschlechtes nach einem „innern Gesetze" erfolgt und dass das Sexualverhältniss unter allen Umständen stets dasselbe ist. Bei dem in Rede stehenden Versuche aber traten diese Schwankungen nach der Meinung Heyers unabhängig von äussern Verhältnissen auf; denn sie waren sehr stark bei Pflanzen, welche unter scheinbar gleichen äussern Bedingungen wuchsen. Indessen berücksichtigte er, wie bei den früheren Beobachtungen an Mercurialis, so auch bei diesem Versuche nicht, welche Pflanzen gedrängt und welche von ihnen frei wuchsen. Gerade dieser Umstand ist, wie auch Hoffmann hervorgehoben hat, von der grössten Wichtigkeit für die Ernährung der Pflanzen. Denn gleichartige Pflanzen machen sich gegenseitig die schärfste Concurrenz. Dadurch, dass Heyer nicht auf diesen so wichtigen Umstand geachtet hat, wird die Brauchbarkeit seiner Versuche etwas verringert; indessen ist das Resultat doch so in die Augen springend, dass es sich wohl verlohnt, die Versuche einer Besprechung zu unterziehen.

Bei seinen Versuchen mit Gurken und Kürbissen liess Heyer einen Teil der Pflanzen im Warmhaus, einen andern in Garten-

---

[1]) l. c. pag. 79.

und einen dritten in Sand-boden wachsen. Als Resultat des Experimentes ergab sich, dass unter günstigeren Umständen mehr weibliche Blüten gebildet wurden. Die eigenen Worte des Experimentators, sowie die Tabelle seiner Resultate mögen hier angeführt werden:

Pflanzenart	Standort	Zahl der Pflanzen	Zahl der Blüten		Sexualverhältniss
			♀	♂	
Gurke II	Warmhaus	10	184	370	201
	Gartenboden	17	173	739	427
	Sandboden	22	85	557	655
		49	442	1666	377
Gurke IV	Gartenboden	21	143	581	406
	Sandboden	22	112	671	599
		43	255	1252	491
Kürbis III	Warmhaus	6	32	79	247
	Gartenboden	8	251	813	324
	Sandboden	13	358	1484	415
		27	641	2376	371
Kürbis I	Gartenboden	7	142	1194	841
	Sandboden	12	311	1940	624
		19	453	3134	692

„Diese Zusammenstellung zeigt, dass die im Gartenboden gewachsenen Pflanzen von beiden Gurkensorten relativ mehr weibliche Blüten produzierten als die im Sandboden. Dies ist jedenfalls dem Umstande zuzuschreiben, dass die Gurken in einem etwas bindigeren Boden besser gedeihen als im lockeren Sandboden. Dass die im Warmhause cultivierten Gurken sogar relativ die meisten weiblichen Blüten erzeugten, ist einerseits der regnerischen und kalten Witterung zuzuschreiben, welche längere Zeit anhielt und für Gurkenkulturen im freien Lande sehr ungünstig war, so dass auch mehrere Pflanzen eingingen. Anderseits hat auch der Umstand einen Einfluss ausgeübt, dass die Gurken und Kürbisse im Warmhause in Blumentöpfen cultiviert wurden, was insofern von Bedeutung ist, als die Pflanzen weniger üppig wuchsen und infolge dessen ihre Blütenanlagen reichlicher zur Entwickelung gelangten, was bei jugendlichen üppig wachsenden Pflanzen weniger der Fall ist, indem bei diesen zunächst reichlich Stengel und Blätter gebildet werden, wodurch die Blüten-entwickelung verzögert wird. . . . Auch bei den Kürbissen sind aus demselben

Grunde, wie bei den Gurken, im Warmhause relativ die meisten weiblichen Blüten erzeugt worden. Zwischen den beiden Bodenarten treten jedoch derartige Unterschiede weniger hervor. Während bei Kürbis III im Gartenboden ebenfalls mehr weibliche Blüten erzeugt wurden als im Sandboden, ist es bei Kürbis I umgekehrt. Auch der Kürbis gedeiht in einem etwas bindigeren Boden besser als in lockerem Sandboden. Dass das Resultat nicht durchgehends zu gunsten des Gartenbodens ausfiel, ist vielleicht der geringen Zahl von Versuchspflanzen zuzuschreiben, bei welchen dem Zufalle noch ein grosser Einfluss gestattet war" [1]).

Diese Resultate stehen in Widerspruch mit der Ansicht Heyers, dass das Sexualverhältniss durch ein immanentes Gesetz bestimmt und durch äussere Einwirkungen nicht beeinflusst wird. Der Experimentator aber sucht dieses Ergebniss auf folgende Weise mit seiner Meinung in Einklang zu bringen. Um diese darzulegen, sollen seine eigenen Worte angeführt werden:

„Die Pflanzen sind allerdings insofern von äussern Einflüssen abhängig, als zur Gesammtentwickelung aller ihrer Anlagen die äussern Bedingungen mitwirken müssen — das Mass der zur Entwickelung gelangenden Anlagen ist von äussern Bedingungen abhängig. — Diejenigen Pflanzen, die schon von Jugend an unter günstigen Bedingungen vegetieren, erzeugen, wenn sie dazu angelegt sind, neben den männlichen auch zahlreiche weibliche Blüten. Bei andern ungünstiger situierten hingegen gehen viele Blüten schon vorzeitig zu Grunde und eine ergiebige Fruchtbildung unterbleibt deshalb, weil dazu die Summe der Vegetationsbedingungen eine günstigere sein muss. Dieses darf aber nicht so aufgefasst werden, als ob zur Weiterentwickelung der Fruchtanlagen ein bestimmtes Mass von günstigen äusseren Bedingungen erforderlich sei, sondern durch ungünstige äussere Wachstumsverhältnisse wird der Gesamtorganismus in seiner Productionsfähigkeit geschwächt, was zur Folge haben muss, dass die Fruchtanlagen in ihrer Entwickelung besonders benachteiligt werden, so dass viele von ihnen gar nicht zur Entwickelung gelangen oder schon frühzeitig absterben."

Heyer scheint also sagen zu wollen, dass sich infolge eines innern Gesetzes eine bestimmte Zahl von männlichen und weiblichen Blüten auszubilden strebt, dass aber unter ungünstigen Verhältnissen die weiblichen Blüten viel stärker leiden als die

---

[1]) l. c. pag. 66.

männlichen und daher weit häufiger in ihrer Entwickelung gehemmt werden als letztere. Auf diese Weise erklärt er also die Thatsache, dass bei den erwähnten Cucurbitaceen unter günstigen Verhältnissen sich mehr weibliche, unter ungünstigen aber mehr männliche Blüten zeigen.

Wenn dies richtig wäre, so müsste an allen Pflanzen dieser Art die Zahl der weiblichen Blüten schwankend, die Zahl der männlichen aber stets nahezu dieselbe sein. Letzteres ist bekanntlich nicht der Fall; denn sowohl die männlichen wie die weiblichen Blüten schwanken in ihrer Anzahl. — Angenommen die Ansicht Heyers wäre richtig, so würde dennoch das Sexualverhältniss nicht stets dasselbe sein, sondern es würde den Ernährungsverhältnissen gemäss reguliert werden, so dass unter günstigen Umständen mehr weibliche, unter ungünstigen mehr männliche Blüten vorhanden sind. Diese Regulierung würde indessen erst nachträglich infolge der stärkeren Empfindlichkeit des weiblichen Geschlechtes gegen Verschiedenheiten in der Ernährung eintreten. Wenn Heyer noch einen Schritt weiter gegangen wäre, so würde seine Ansicht vollständig mit der hier wiedergegebenen Theorie übereinstimmen. Die Empfindlichkeit des weiblichen Geschlechtes ist nicht nur später, sondern auch schon in der frühesten Geschlechtsentwickelung vorhanden, und diese Eigenschaft besteht nicht nur darin, dass das weibliche Geschlecht in seiner Entstehung gehemmt wird, sondern auch darin, dass sich dann, wenn es noch nicht zu spät ist, an stelle des weiblichen das männliche Geschlecht ausbildet. Also nicht nur später zeigt sich eine grössere Empfindlichkeit des weiblichen Geschlechtes, sondern diese ist schon in der allerersten Anlage vorhanden und bewirkt je nach den Umständen eine Mehrproduction des einen Geschlechtes. Auf diese Weise wird eine Regulierung des Sexualverhältnisses nicht nur nachträglich, sondern auch schon von vornherein bewirkt. —

Die Thatsache, dass im Überfluss mehr weibliche Blüten produciert werden, sucht Heyer noch auf eine andere Art und Weise in Übereinstimmung mit seiner Theorie von der unbedingten Constanz des Sexualverhältnisses zu bringen. Diese Auslegung lässt sich vielleicht am besten an dem Verhalten der Brennnessel, Urtica urens, erläutern [1]). Die männlichen und weiblichen Blüten finden sich auf derselben Pflanze und zwar ziemlich regelmässig verteilt. Schon früher wurde darauf hingewiesen, dass die Ernäh-

[1]) l. c. pag. 58.

rung der Blüten eine desto stärkere sein wird, je näher sie der Nahrungsquelle sitzen. Man wird daher im allgemeinen an den äussersten Spitzen der Zweige die männlichen Blüten häufiger finden als die weiblichen. Bei vielen Pflanzen hatten wir dieses bestätigt gefunden. Ein neues Beispiel liefert uns die Brennnessel. Bei dieser Pflanze stehen die Blüten in Rispen, und zwar die männlichen oben, die weiblichen unten, letztere also der Nahrungsquelle näher. Demnach bilden sich die Blüten da männlich aus, wo sie weniger Nahrungszufuhr erhalten. Ferner sind die weiblichen Blüten stets zahlreicher als die männlichen. In hinsicht auf dieses Sexualverhältniss constatierte Heyer folgende wichtige Thatsachen: „Das Verhältniss der männlichen und weiblichen Blüten zu einander ist aber an verschieden üppig entwickelten Stengeln etwas schwankend. An den kleinen und schwächlichen Pflanzen oder an Seitenzweigen befinden sich relativ etwas mehr männliche Blüten als an üppig gewachsenen. Je grösser und reichhaltiger die Rispen werden, umsomehr nimmt auch die Zahl der weiblichen Blüten zu, so dass das Verhältniss der männlichen zu den weiblichen Maximum im wie 1:5 ist, während es bei kleineren Zweigen oder Pflanzen auf 1:3, und bei den sehr dürftig gewachsenen auf 1 : 1 herabsinkt.

Die jugendlichen Pflanzen producieren also anfangs relativ etwas mehr männliche Blüten als im höheren Alter, und die älteren Pflanzen haben an den schwächeren Seitenzweigen relativ mehr männliche Blüten als an den üppiger gewachsenen Hauptzweigen. Die weiblichen Blüten erscheinen also stets da in grösserer Zahl, wo die üppigste Entwickelung und die reichlichste Nahrungszufuhr stattfindet."

Diese Thatsachen erklärt nun Heyer auf folgende Weise: „Die Pflanzen verhalten sich unter ungünstigen Vegetationsbedingungen ganz so wie jugendliche Pflanzen oder schwächliche Seitenzweige, d. h. es werden in allen Fällen relativ etwas mehr männliche Blüten erzeugt als an normal entwickelten Pflanzen. Es ist also keiner der erwähnten Factoren im stande, die Mehrentwickelung von männlichen oder weiblichen Blüten zu begünstigen. — Die Pflanzen von Urtica urens sind von Jugend an praedisponiert, beiderlei Blüten in einem annähernd sich gleichbleibenden Verhältnisse zu erzeugen und zwar in der Jugend relativ etwas mehr männliche als im höheren Alter. Bleibt nun durch ungünstige Wachstumsverhältnisse der jugendliche Zustand erhalten, indem sich stets nur schwächliche Zweige bilden, so

bleibt auch das Verhältniss der Blütenverteilung dasselbe wie bei jugendlichen Pflanzen."

Heyer ist also der Ansicht, dass die Brennnesseln zuerst eine ganz bestimmte Anzahl von männlichen und später eine solche von weiblichen Blüten bilden. Von den Umständen hängt es nun ab, wieviel von letzteren zur Ausbildung gelangen. Infolge dessen ist das Sexualverhältniss je nach den Verhältnissen ein verschiedenes. Wenn dies richtig wäre, so müssten alle Brennnesseln eine nahezu gleiche Anzahl männlicher Blüten zeigen, was wohl ebensowenig wie bei Gurken und Kürbissen der Fall ist.

Ferner scheint Heyer der Meinung zu sein, dass ein schlecht ernährtes Individuum stets jugendlich sein müsse. Allerdings kann infolge schlechter Ernährung die Entwickelung verlangsamt werden. Dieselbe steht aber nicht vollständig still, sondern die Pflanze wächst weiter, wie auch aus den Worten Heyers hervorgeht. Wenn die Entwickelung also auch verzögert wird, so ist es doch unrichtig, dass der jugendliche Zustand erhalten bliebe; vielmehr geht die Entwickelung weiter und die Pflanze wird älter. Aber sie bildet, da sie weniger Nahrung erhält, mehr männliche Blüten. Die Verminderung der Nahrungszufuhr ist also die Ursache der Entstehung des männlichen Geschlechts, was zu beweisen war.

Die Brennnessel giebt in der Jugend wie die meisten Organismen den grössten Teil des Stoffes für das Wachstum aus und erübrigt nur wenig für die Reproduction. Dies ist die Ursache dafür, dass sich anfangs meist männliche Blüten bilden. Schon früher wurde eine grosse Zahl von Thatsachen angeführt, welche zeigen, dass ebendasselbe bei vielen Pflanzen und Tieren der Fall ist. Heyer führt noch einige Beobachtungen an, die dasselbe Ergebniss liefern. Nach Rumpf[1]) producieren die weiblichen Pflanzen von Leontarus domestica, ehe sie Frucht tragen, einmal männliche Blüten. Miller teilt von Morus nigra mit, „dass von den aus Samen gezogenen Exemplaren einige nur männlich seien, oder andere nur an einzelnen Ästen männlich; dass ferner einzelne Bäume nach dem Einsetzen nur Kätzchen brächten, später aber fruchtbar würden, dass eben dieses bei der welschen Nuss vorkomme und Ritter Rathgeb dasselbe beim Mastix- und Terebinthenbaume beobachtet habe." Ähnliches bemerkte

[1]) Die Beobachtungen von Rumpf, Miller und Rathgeb sind nach Heyer (l. c. pag. 76) von Schlechtendal (Linnaea XIV B. 1840. pag. 369) angeführt.

Treviranus[1]) an Fagus Castanea, welche, wenn sie zum ersten Male blüht, nur Blüten männlichen Geschlechtes trägt. Nach Treviranus beobachtete Mikan einen Wachholderstrauch, welcher zuerst männliche, später aber immer mehr weibliche Blüten erzeugte. Nach demselben Autor sah Fabricius eine männliche Pistacia Lentiscus, die später Zwitter-blüten und Früchte trug. Indessen ist auch einige Male der umgekehrte Fall beobachtet worden. Nach Clausen[2]) brachte ein Exemplar von Cephalotaxus Fortunei früher weibliche und später nach und nach immer mehr männliche Blüten hervor. Spruce[3]) hat eben dieselbe Umwandlung an Palmen am Rio Negro beobachtet. Welches die Ursachen dieser Umänderungen gewesen sind, kann nicht entschieden werden. Es ist möglich, dass sich die Ernährungsverhältnisse der Pflanzen sehr verändert hatten. Solche Beobachtungen sind indessen seltener. Meist verhält es sich so, dass die Pflanzen in der Jugend mehr männliche später dagegen, wenn sie mehr Stoff für die Reproduction erübrigen, mehr weibliche Blüten producieren. Hierfür sprechen nicht nur die von Heyer, sondern auch die früher von mir angeführten Thatsachen. Die Production von männlichen Blüten wird also durch schlechte Ernährung herbeigeführt, und zwar in der Jugend deshalb, weil die meiste Nahrung nicht für die Reproduction, sondern für das Wachstum verbraucht wird, im Alter dagegen nur dann, wenn ungünstige Ernährungsbedingungen eintreten.

Die Verteilung der Geschlechter bei den Brennnesseln war eine solche, dass an den Spitzen die männlichen, der Nahrungsquelle näher jedoch die weiblichen sassen. Die weiblichen Blüten verbrauchen mehr Stoff und die Ursache der Entstehung des weiblichen Geschlechtes liegt in der besseren Ernährung der Blütenanlagen. Hierfür sprechen noch folgende Thatsachen. Die von Clausen beobachtete Umwandlung eines weiblichen Cephalotaxus Fortunei in einen männlichen geschah derartig, dass die Blüten an den Spitzen der Zweige männlich, die an der Basis aber weiblich waren. Beim Hanf jedoch kommen als Anomalien beide Stellungsverhältnisse vor. Die weiblichen können über den männlichen, wie auch die männlichen über

---

[1]) Die Lehre vom Geschlechte der Pflanzen, Bremen 1882, pag. 14 und 15. Citiert v. Heyer, l. c. pag. 77.

[2]) Regel's Gartenflora 1882, pag. 204. Citiert v. Heyer.

[3]) Journal of the Linnean Society. London 1871, pag. 95. Citiert v. Heyer, l. c. pag. 85.

den weiblichen vorkommen. Dies wurde von Braun[1]) und Holuby[2]) beobachtet. Beim Mais bilden sich als Anomalien, und zwar nach Heyer regellos, sowohl an männlichen Blütenständen weibliche, als auch an weiblichen Ständen männliche Blüten. Krafft[3]) jedoch, der verschiedene Fälle zusammenstellte, sucht sie so zu erklären, dass er annimmt, „dass die Blütenanlage anfangs hermaphrodit sei, und bei normaler Entwickelung die terminalen Blütenstände zu männlichen, die axillären hingegen zu weiblichen Blüten differenziert würden, bei normaler Entwickelung aber die verschiedensten Übergänge vorkommen könnten.“ Auch an dem Blütenkolben der Aroideen zeigt sich, dass die männlichen Blüten oben, die weiblichen unten sitzen. Ähnliches ist bei den Typhaceen der Fall. Bei den verschiedenartigsten Pflanzen bemerken wir also, wie der Nahrungsquelle näher die weiblichen, weiter von ihr entfernt die männlichen Blüten entstehen. Wenn wir nun auch die bereits früher mitgeteilten Thatsachen in betracht ziehen, so dürfen wir wohl schliessen, dass die Spitzen der Blütenstände sich nicht, wie Heyer meint, in einem jugendlichen Stadium befinden, sondern dass die schwächere Ernährung die Ursache der Entstehung des männlichen Geschlechtes an den von der Nahrungsquelle entfernt gelegenen Stellen ist.

Zu den Erörterungen über die Geschlechtsproduction bei Brennnesseln fügt Heyer noch folgende Bemerkung hinzu[4]): „Eine ähnliche Beobachtung wie bei Urtica urens machte ich früher an Amaranthus retroflexus in der Umgebung von Wien. Diese Pflanze kommt dort auf bebauten Kalk- und Dolomit-böden in grossen Mengen vor. Sind die Standorts-verhältnisse günstig, so werden die Pflanzen mehr als einen Meter hoch und erzeugen grosse Mengen von Samen. Auf den dürftigsten, trockenen und fast ganz humusfreien Standorten, die sich also im Sommer sehr erwärmen aber schwer wieder abkühlen, so dass oft längere Zeit gar kein Tau fällt, auf solchen Standorten erreichen die Pflanzen oft kaum eine Höhe von 2 Centimetern. Aber trotz aller Trockenheit, hoher Temperatur und voller Beleuchtung entwickeln solche Pflänzchen dennoch weibliche Blüten und bringen auch einzelne Samen zur Reife. Die Monöcie wird also auch hier durch die

---

[1]) Botan. Zeitung 1873 pag. 268. Citiert v. Heyer l. c. p. 56.
[2]) Österr. botan. Zeitschrift 1878 pag. 367. Citiert v. Heyer.
[3]) Landwirtsch. Centralbl. 1870, pag. 409. Citiert v. Heyer, l. c. pag. 76.
[4]) l. c. pag. 60.

erwähnten Factoren nicht aufgehoben.“ Hier zeigt sich wieder ein anderer, schon früher erwähnter Irrtum Heyers. Er nahm an, dass, wenn äussere Umstände von Einfluss auf das Geschlecht seien, sich unter verschiedenen Bedingungen entweder ausschliesslich das eine Geschlecht oder wenigstens ein ausserordentliches Überwiegen desselben zeigen müsse. Daher hatte er, wie früher erörtert wurde, auch die geringen, aber mit der Theorie übereinstimmenden Schwankungen des Sexualverhältnisses bei Mercurialis nicht beachtet. Auch bei Amaranthus zeigt sich, wie aus den Worten Heyers hervorgeht, dass unter ungünstigen Umständen die Bildung von weiblichen Blüten nicht vollständig unterblieben war; denn es waren doch noch einzelne entstanden. Waren aber die Verhältnisse günstig, so hatte sich deren eine relativ viel grössere Zahl gebildet. Es findet also auch hier eine Regulierung des Sexualverhältnisses je nach den Umständen statt. Bei andern Pflanzen sind die Schwankungen des Geschlechtsverhältnisses, wie die sorgfältigen, bereits früher erwähnten Beobachtungen von Hermann Müller zeigen, so gross, dass sich bei derselben Pflanze unter verschiedenen Umständen alle Übergänge finden von der Monöcie bis zur vollständigen Diöcie. Die Neigung zur Monöcie ist also bereits im Samenkorn vorhanden, aber sie wird durch äussere Verhältnisse beeinflusst.

Auch aus folgendem Versuche[1]) geht hervor, dass nach Heyer die Schwankungen des Sexualverhältnisses, wenn sie überhaupt vorhanden wären, ausserordentlich stark sein müssten. Er liess Kürbisse und Gurken teilweise beschattet, teilweise unbeschattet wachsen. Die beschatteten Pflanzen blieben in ihrer Entwickelung zurück, gelangten später zur Blüte und bildeten weniger Blüten als die unbeschatteten. Die Blüten wurden jedoch nicht gezählt. Nach einer Taxierung wiederholten sich ähnliche Zahlenverhältnisse der beiden Geschlechter, so dass Heyer das Zählen für überflüssig hielt. Man wird sich aber entsinnen, dass es ihm gar nicht einmal möglich gewesen war, bei Kürbissen und Gurken ein bestimmtes Sexualverhältniss festzustellen. Die Schwankungen desselben sind hier sehr stark, aber dennoch scheinen sie nicht gross genug gewesen zu sein, um Heyer zu überzeugen, dass das Geschlechtsverhältniss unter allen Umständen nicht unbedingt dasselbe sein muss. Heyer erwartete unter verschiedenen Lichtver-

---

[1]) l. c. pag. 65.

[2]) l. c. pag. 70.

hältnissen ein ausserordentliches Überwiegen des einen Geschlechtes und als er ein solches in die Augen fallendes Überwiegen nicht fand, schloss er, dass die Beleuchtungsverhältnisse ohne jeden Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes seien.

In derselben Weise verfuhr er bei den Experimenten, welche er mit Spinat (Spinacia oleracea), der Gartenmelde (Atriplex hortensis) und Spitzkletten (Xanthium spinosum und X. strumarium) später angestellt hat. Er sagt hierüber, dass „auch diese Pflanzen keinen Einfluss der verschiedenen Wachstums-bedingungen auf die Verteilung der verschieden-geschlechtlichen Blüten erkennen liessen, so dass auch hier das Resultat negativ ausfiel.“ Wie er aber diesen Versuch anstellte und in welchem Zahlenverhältniss die Blüten sich vorfanden, davon teilt Heyer nichts mit. Jedenfalls nahm er eine Taxierung vor und als diese nicht auf ein ausserordentlich starkes Überwiegen des einen Geschlechtes hindeutete, glaubte er abermals auf eine unbedingte Constanz des Sexualverhältnisses schliessen zu dürfen und damit eine Bestätigung seiner Ansicht gefunden zu haben. Da bei der Entstehung des Geschlechtes viele Umstände von Einfluss sind, so werden die Schwankungen des Sexualverhältnisses bei Variation eines Umstandes nur geringe sein. Es ist daher ganz natürlich, dass diese bei einer blossen Taxierung nicht bemerkt werden konnten.

Eine bessere Düngung bewirkt, wie zweifellos feststeht, eine Mehrproduction des weiblichen Geschlechtes. Haberlandt[1]), welcher hierüber Versuche mit Hanf anstellte, fand dieses indessen nicht bestätigt. Auch er erwartete jedenfalls unter verschiedenen Umständen ein ausserordentliches Überwiegen des einen Geschlechtes. In dem Citat von Heyer finden sich keine speciellen Zahlenangaben. Bemerkenswert jedoch ist, dass Heyer bei den männlichen Hanfpflanzen eine grössere Sterblichkeit fand als bei weiblichen. Wir hatten früher bei Menschen und Pferden ebendasselbe gefunden. Die Ursache liegt in den ungünstigeren Umständen, unter denen das männliche Geschlecht sich ausbildet. Wie Heyer[2]) anführt ist auch bei Schafen die Sterblichkeit bei den männlichen Individuen in der Jugend grösser als bei den weiblichen. Es war bei der früheren Erörterung dieser Verhältnisse die Vermutung ausgesprochen wor-

---

[1]) Landw. Wochenbl. des k. k. Ackerbau-ministeriums, Wien 1870, pag. 256. Citiert v. Heyer, l. c. pag. 51.

[2]) l. c. pag. 93.

den, dass sich eine solche grössere Sterblichkeit des männlichen Geschlechtes in der Jugend bei den meisten Organismen finden würde. Diese Vermutung scheint sich also zu bestätigen. Im Gegensatz zu Haberland — um auf die Wirkung der Düngung auf die Entstehung des Geschlechtes zurückzukommen — kam Leidhecker[1]) bei seinen Versuchen mit Hanf zu dem Resultat, „das der erhöhte Kraftzustand des Bodens wesentlich die Production der weiblichen Pflanzen fördere, während die männlichen Gebilde auf minder kräftigem Boden mehr zur Geltung kommen.“ Immer wieder von Neuem zeigt sich die Mehrproduction von Weibchen unter günstigeren Umständen. Dass indessen diese Unterschiede nicht sehr gross sein werden, geht aus folgenden Thatsachen hervor.

Früher wurde bereits darauf hingewiesen, dass beim Bingelkraut (Mercurialis annua) das Geschlecht sehr frühzeitig entschieden sein muss und dass daher eine verschieden starke Ernährung der aufwachsenden Pflanzen nur wenig Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes haben, also nur geringe Schwankungen im Sexualverhältniss hervorrufen können. Schon aus der Thatsache, dass die secundären Geschlechtscharactere beim Bingelkraut so ausserordentlich tiefgreifende sind, wie früher ausführlich besprochen wurde, kann man schliessen, dass das Geschlecht frühzeitig entschieden sein muss, da sonst keine Zeit wäre zur Ausbildung dieser Unterschiede.

Genau dieselben Verhältnisse finden wir beim Hanf. Die Beobachtungen Heyer's[2]) hatten folgende Ergebnisse. „Die Entwickelung der beiden Geschlechter ist auch beim Hanf sehr verschieden. Die männlichen Pflanzen entwickeln sich schneller als die weiblichen, gelangen etwas früher zur Blüte und sind schlanker gewachsen als diese. Dagegen haben ceteris paribus schon im Beginne der männlichen Blütezeit, wo also noch keine Samen angesetzt sind, die weiblichen Pflanzen stets ein grösseres Gewicht als die männlichen. Die Entwickelung der männlichen Pflanzen wird in einem kürzeren Zeitraum zurückgelegt als die der weiblichen, aber die weiblichen producieren schon frühzeitig eine grössere Masse organischer Substanz. Die männlichen Pflanzen haben einen schlankeren Habitus und längere Internodien als die weib-

---

[1]) Landw. Wochenbl. d. k. k. Ackerbau-ministeriums, 1870, pag. 209. Citiert v. Heyer.

[2]) l. c. pag. 55.

lichen; die Blätter der männlichen Pflanzen sind im Beginne der Blütezeit dunkler gefärbt als die der Weibchen; gegen das Ende der männlichen Blütezeit aber ist es umgekehrt und während der vollen Blütezeit haben die Blätter der beiden Geschlechter annähernd eine gleiche Färbung."

Gerade wie beim Bingelkraut so sind also auch beim Hanf die Unterschiede der secundären Geschlechtscharactere sehr tiefgreifende. Solche grosse Unterschiede werden aber einer langen Zeit bedürfen, um sich auszubilden. Daher wird also auch beim Hanf das Geschlecht schon frühzeitig entschieden sein und die Ernährung der jungen Pflanzen nur wenig Einfluss auf die Entstehung desselben haben. Die Schwankungen des Sexualverhältnisses sind beim Hanf also nur geringe. Hieraus erklärt sich, warum Haberland bei seinen Versuchen eine solche Verschiedenheit des Verhältnisses unter verschiedenen Umständen nicht bemerkte. Auch Herr Professor Hoffmann ist, wie er mir freundlichst mitteilt, bei seinen noch nicht veröffentlichten Experimenten zu dem Resultat gekommen, dass beim Hanf das Geschlecht bereits sehr frühzeitig entschieden sein muss. Lässt man aber bei diesen Pflanzen die Ernährung der Mutter varieren, so wird diese Verschiedenheit der Lebensbedingungen von dem grössten Einfluss auf das Geschlecht der Nachkommen sein, ebenso wie die Ernährung der Mutter von Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes beim Embryo ist. Die spätere Ernährung des Kindes ist jedoch nicht mehr im stande, das Geschlecht zu verändern. Ähnlich so hat auch die Ernährung der selbständig gewordenen Pflänzchen nur wenig Einfluss auf das Geschlecht derselben. Das Schwanken des Sexualverhältnisses kann also bei diesen diöcischen Pflanzen im Gegensatze zu der Meinung Heyers nur ein geringes sein.

Ein anderer Irrtum Heyers besteht darin, dass er, wie bereits früher erwähnt wurde, nicht richtig aufgefasst hat, in welcher Weise die äussern Faktoren auf die Entstehung des Geschlechtes einwirken. Die verschiedenen Bodenarten sind nur deshalb von Einfluss auf das Sexualverhältniss, weil sie den Pflanzen verschieden günstige Lebensbedingungen bieten. Die Bodenart hat also nicht, wie Heyer meint, an und für sich eine Wirkung auf die Entstehung des Geschlechtes, sondern sie wirkt indirect, indem die Pflanzen mehr oder weniger gut darin gedeihen. Auch die Forscher, welche sich vor Heyer mit dem Gegenstand beschäftigten, hatten dies nicht vollständig richtig erkannt. Meist glaub-

ten sie, dass die Wärme, das Licht oder die Ernährung als solche directen Einfluss auf die Entstehung des Gechchlechtes habe, und sie fassten dies meist als eine rein mechanische Wirkung auf. Daher glaubte Heyer beweisen zu müssen, dass die Bodenart oder irgend ein anderer äusserer Umstand an und für sich keinen Einfluss auf die Geschlechtsentstehung habe. Auch bei seinen Beobachtungen an Brennnesseln fand er dies bestätigt, wie aus folgenden Worten hervorgeht[1]): „Wenn die Vegetationsbedingungen ungünstig werden, so ist es für die Blütenverteilung ganz gleichgültig, ob diese ungünstigen Vegetationsbedingungen durch mangelhafte Bodenbeschaffenheit, wie durch nassen Lehm- oder trockenen Heideboden, oder durch zu hohe Temperatur oder durch zu tiefen Schatten herbeigeführt werden. Die Pflanzen verhalten sich dann ganz so wie jugendliche Pflanzen oder schwächliche Seitenzweige, d. h. es werden in allen Fällen relativ etwas mehr männliche Blüten erzeugt als an normal entwickelten Pflanzen. Es ist also keiner der erwähnten Factoren im stande, die Mehrentwickelung von männlichen oder weiblichen Blüten zu begünstigen.“

Heyer erkannte also ganz richtig, dass keiner der erwähnten Umstände an und für sich eine Mehrproduction des einen Geschlechtes bewirkt; denn zu grosse Trockenheit hat ebenso wie zu grosse Feuchtigkeit eine Mehrentwickelung von männlichen Blüten zur Folge. Die Feuchtigkeit wirkt also nicht rein mechanisch auf die Entstehung des Geschlechtes. Ein Mangel an derselben hat bei der Brennnessel vielmehr dieselbe Wirkung wie ein Überfluss daran. Es kommt vielmehr nur darauf an, ob der äussere Faktor günstig oder ungünstig für die betreffende Pflanze ist. Alsdann findet eine Einwirkung auf die Entstehung des Geschlechtes statt infolge nützlicher durch natürliche Zuchtwahl erworbener Eigenschaften.

Hier sind auch Beobachtungen zu erwähnen, welche Hampe[2]) an Salicinen anstellte. Er bemerkte, wie bei diesen ein ungewöhnlich hoher Wasserstand eine Mehrproduction von männlichen Blüten bewirkte, während die Feuchtigkeit doch meist der Bildung von weiblichen Blüten günstig ist. Dieselbe Wirkung hatte ein hoher Wasserstand bei verschiedenen Carices. Die Feuchtigkeit wirkt also nicht rein mechanisch auf die Entstehung des Geschlech-

---

[1]) l. c. pag. 59.

[2]) Linnaea XIV. Band, 1840, pag. 367. Citiert von Heyer, l. c. pag. 72.

tes, sondern dieselbe Quantität Wasser kann für die eine Pflanze ein günstiger, für die andere ein ungünstiger Umstand sein und bei der einen eine Mehrproduction von weiblichen, bei der andern eine solche von männlichen Blüten herbeiführen.

Dasselbe gilt von der Mitteilung Meehan's[1]), dass an Coniferen ältere Äste, welche von jüngern überwuchert und beschattet werden, nur männliche Blüten tragen. Meehan schliesst hieraus richtig, dass das weibliche Geschlecht mehr Nahrung bedarf, als das männliche.

Folgende Beobachtungen von Schrank[2]) zeigen ebenfalls, wie ungünstige Umstände eine Mehrproduction von männlichen Blüten herbeiführen können: „Zuweilen wird das eine Geschlecht durch Kärglichkeit der Nahrung oder durch Schwäche des Alters unterdrückt. Ich hatte im hiesigen botanischen Garten (München) mehrere Samen von Guilandina Bonducella gesteckt, welche viel über 30 Jahre alt waren. Ich erhielt schöne Bäume von ihnen, aber alle waren männlich; auch Rumpf erzählt, auf Amboina bringe der Baum, wenn er auf dürrem Grunde steht, nur männliche Blüten. Hier ist im ersten Falle angestammte Schwäche, die vom hohen Alter des Samens herrührt, im zweiten wirklicher Mangel an Nahrung die Ursache von der Unterdrückung des einen Geschlechtes; aber auch jugendliche Schwäche bewirkt mehr oder weniger dieselbe Erscheinung; so tragen alle mir bekannten Arten von Aesculus in der Jugend bloss männliche Blüten, und viele andere Bäume werfen, ohne das eine Geschlecht zu unterdrücken, gleichwohl ihre Blüten ab, ohne Frucht anzusetzen; es giebt auch Bäume, welche in der Jugend scheinbar sogar Früchte bringen, aber ihre Samen taugen nichts.“ Ferner führt Schrank noch folgendes an: „Prof. Hermann liess für den botanischen Garten in Strasburg einen weiblichen Acer Negundo kommen. Einer der Ableger an diesem Baum trug männliche Blüten. Der Hopfenhändler und Bürgermeister Brauder zu Altorf düngte einstens seinen Hopfengarten mit unabgelegenem Teichschlamme, und seine sämtlichen Hopfenranken trugen nun statt der Zapfen männliche Blüten; derartiger Hopfen kommt in manchen Gegenden vor.“ Bei alle diesen Beobachtungen zeigt sich, wie ungewöhnliche Verhältnisse infolge ihrer ungünstigen Einwirkung eine Verminderung

---

[1]) Proceed. Acad. Nat. Sc. Phil. 1878, pag. 267. Citiert von Just, Bot. Jahresber. f. 1879, pag. 177, und von Heyer, l. c. pag. 76.

[2]) Flora 1882, Nr. 4. Citiert von Heyer, l. c. pag. 72.

der Reproduction und besonders eine Verminderung der Production von Weibchen bewirken.

Ob indessen ein höheres Alter des Samens wirklich ein solcher Umstand ist, der eine Mehrproduction des einen Geschlechtes herbeiführt, ist nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen noch nicht zu entscheiden. Nach Heyer[1]) behaupten Gärtner häufig, dass die aus zwei oder drei Jahre alten Samen gezogenen Gurkenpflanzen mehr weibliche Blüten trugen als solche aus einjährigem. Ein sehr tüchtiger Züchter von Gurken in Halle hat indessen diese Behauptung nicht bestätigt gefunden. Ebenso unentschieden ist es, ob die Schwere des Samens, ferner die Zeit des Anbaues von Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes ist. Leidhecker[2]) stellte hierüber Versuche mit Hanf an, die jedoch resultatlos verliefen. Dasselbe fanden Haberland[3]) und Saccardo[4]) bei den Experimenten, welche sie hierüber mit Hanf anstellten. Späteren Untersuchungen bleibt es also vorbehalten zu entscheiden, ob die erwähnten Umstände von Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes sind.

Ebenso unaufgeklärt ist die Wirkung der Unterschwefelsäure auf die Entstehung des Geschlechtes. Knop[5]) verwandelte den männlichen Blütenstand der Maispflanzen dadurch in einen gemischtblütigen, dass er in den Nährstofflösungen statt Schwefelsäure Unterschwefelsäure anwendete. Das Experiment wurde öfters wiederholt. Knop fügt noch hinzu: „Ich glaube, dass, namentlich in humosem Boden, an Stellen, wo derselbe nicht hinreichend locker ist, um den Zutritt der atmosphärischen Luft in die Tiefe hinreichend zu gestatten, Reductionen der schwefelsauren, vielleicht auch der phosphorsauren Salze eintreten können, so dass solche Degenerationen in der Inflorescenz des Mais auf dem Felde dieselben Ursachen haben, wie sie bei meinen Versuchsobjecten sich geltend machten.“ Nach Knop tritt also bei Maispflanzen, die an humosen also jedenfalls viel Nahrung bietenden Stellen wachsen, häufig eine anomale Mehrproduction des weiblichen Geschlech-

[1]) l. c. pag. 69.

[2]) Landw. Wochenbl. d. k. k. Ackerbau-ministeriums, Wien 1870, pag. 209. Citiert von Heyer, l. c. pag. 50.

[3]) Frühlings landw. Zeitung 1877, pag. 881. Citiert v. Heyer.

[4]) Citiert von Just, Bot. Jahresber. f. 1879, pag. 177. Citiert von Heyer.

[5]) Bericht des landw. Institutes der Universität Leipzig, Leipzig 1881. Citiert von Heyer, l. c. pag. 75.

tes ein. Es ist möglich, dass diese Erscheinung infolge der Reduction gewisser Salze eintritt. Es wäre nötig, noch weitere Versuche mit andern Pflanzen über diesen interessanten Zusammenhang anzustellen. —

Es sei auch noch erwähnt, dass die verschiedensten Forscher Anomalien bei der Production von männlichen und weiblichen Blüten beobachtet haben. Da indessen nicht auf die äusseren Lebensverhältnisse geachtet wurde, so haben sie keinen biologischen, sondern nur morphologischen Wert. Eine Aufzählung derselben würde hier gar keinen Zweck haben. —

Oben wurde bereits erwähnt, dass ein Ableger eines weiblichen Baumes von Acer Negundo männliche Blüten trug. Jedenfalls befinden sich Ableger zuerst unter ungünstigen Ernährungsverhältnissen, was das Erscheinen von männlichen Blüten zur Folge hat. Auch andere Beobachtungen scheinen für einen solchen Sachverhalt zu sprechen. So wird im „Naturforscher“ [1]) mitgeteilt: „Unsere Trauerweiden stammen nach Loudon Arboretum alle von einem weiblichen Exemplare ab, welches 1730 durch Herrn Verrin nach England gebracht war, daher sind fast alle weiblich. Es wurden aber Bäume bekannt, bei denen das Geschlecht abgeändert war, was also nur auf dem Wege der vegetativen Vermehrung geschehen konnte. So tragen die Stecklingspflanzen der von St. Helena nach England gebrachten Trauerweiden vom Grabe Napoleons männliche Kätzchen.“

Wir haben also gesehen, dass die verschieden-artigsten Umstände von Einfluss auf das Geschlecht der Pflanzen sind. Dieser Einfluss ist jedoch stets derartig, dass bei ungünstiger Einwirkung das männliche, bei günstiger das weibliche entsteht. Derselbe Faktor kann sogar je nach der Stärke der Einwirkung und je nach der eigentümlichen Lebensweise der Pflanze verschiedene Wirkung haben. Es kommt also stets darauf an, ob der Umstand als ein günstiger oder als ein ungünstiger zu betrachten ist.

Sehr wichtig für die Theorie sind die Sätze, dass das männliche Geschlecht im allgemeinen weniger Nahrung bedarf und daher auch weniger empfindlich gegen Schwankungen in der Ernährung ist als das sensiblere weibliche Geschlecht. Auch hierüber stellte Heyer [2]) bei Brennnesseln Beobachtungen an, deren Resultate hier angeführt werden mögen: „Bemerkenswert

---

[1]) 1876, pag. 34. Citiert von Heyer, pag. 78.

[2]) l. c. pag. 59.

ist noch, dass die männlichen Blüten schnell verstäuben und dann bald abfallen. Zu ihrer Ausbildung und Erhaltung ist also von seiten der Pflanze kein bedeutender Ernährungsaufwand erforderlich, so dass sie auch unter ungünstigen Verhältnissen noch zur Entwicklung gelangen. Die weiblichen Blüten hingegen haben nach der Bestäubung auch noch die Samen auszubilden; sie sind daher vielmehr dem Zufalle der ungünstigen Verhältnisse ausgesetzt. Dieser Umstand veranlasste auch, dass bei meinen Versuchen unter den verschiedenen ungünstigen Wachstums-verhältnissen viele weibliche Blüten vorzeitig abfielen und die angesetzten Samen nicht zur Reife brachten."

Auch beim Hanf stellte Heyer fest, dass die Ernährung bei weiblichen Pflanzen eine weit grössere Rolle spielt als bei männlichen. Daher haben die Weibchen ein grösseres Gewicht als die Männchen, wie aus folgenden von Heyer gegebenen Zahlen hervorgeht:

Entwickelungsstadium	Das durchschnittliche Gewicht eines Weibchens, wenn das eines Männchens gleich 100 gesetzt wird
Beginn der Blüte der männlichen Pflanzen	131,8
Volle Blüte der männlichen Pflanzen	152,2
Nach der vollen Blüte der männlichen Pflanzen	221,4

Die weiblichen Pflanzen wiegen also durchschnittlich weit mehr als die männlichen. Die weiteren Unterschiede der beiden Geschlechter mögen durch einen Teil der bereits früher citierten Sätze Heyers wiedergegeben werden. „Die Entwickelung der beiden Geschlechter ist also auch beim Hanf sehr verschieden. Die männlichen Pflanzen entwickeln sich schneller als die weiblichen, gelangen etwas früher zur Blüte und sind schlanker gewachsen als diese. Dagegen haben ceteris paribus schon im Beginne der männlichen Blütezeit, wo also noch keine Samen angesetzt sind, die weiblichen Pflanzen stets ein grösseres Gewicht als die männlichen. Die Entwickelung der männlichen Pflanzen wird in einem kürzeren Zeitraum zurückgelegt als die der weiblichen, aber die weiblichen producieren schon frühzeitig eine grössere Menge organischer Substanz." Alle diese Unterschiede sind nützliche Eigenschaften, welche in Beziehung stehen zu der Reproductionsthätigkeit des betreffenden Geschlechtes. Auch beim Hanf fällt die Geschlechtsthätigkeit der Männchen vor die der Weibchen. Diese

Proterandrie ist nützlich; denn der Pollen bedarf stets einer gewissen Zeit, um auf die weibliche Blüte zu gelangen. Zur Entwickelung der männlichen Blüte ist daher weniger Nahrung nötig und die männlichen Pflanzen sind dem-entsprechend schlanker und leichter. Auch bei der Brennnessel fällt die Geschlechtsthätigkeit der männlichen Blüten vor die der weiblichen und erstere vergehen sehr bald. Die weiblichen aber bilden den Samen, bedürfen hierzu mehr Nahrung und sind daher weit empfindlicher gegen Schwankungen in der Ernährung. Endlich sei noch erwähnt, dass nach den Beobachtungen von Heyer[1]) auch bei Lychnis dioica die Männchen früher blühen als die Weibchen. Bei polygamischen Thymus-arten sind die eingeschlechtlichen Blüten weiblich und zwar steht dies nach der Ansicht Hildebrands[2]) damit im Zusammenhang, dass bei den zwittrigen derselben Arten die Antheren sich etwas vor der Narbe entwickeln. Nach Heyer[3]) kommt es bei Gurken und namentlich Wassermelonen häufig vor, dass sich zuerst nur männliche Blüten entwickeln und erst später auch weibliche erscheinen. Die Hauptthätigkeit des weiblichen Geschlechtes, die Bildung des Samens, beginnt erst nach der Befruchtung, also zu einer Zeit, wo die des männlichen bereits ihr Ende erreicht hat. Daher gehen die männlichen Pflanzen eher zu Grunde als die weiblichen. Beim Hanf z. B. vergilben schon nach der vollen Blüte der männlichen Pflanzen die Blätter dieser Männchen und fallen bald ab, während bei den weiblichen Pflanzen die Lebensthätigkeit noch ungeschwächt ist, wie Heyer[4]) feststellte.

Alle diese Thatsachen, welche von neuem die in dieser Arbeit vorgeführte Theorie bestätigen und teilweise sogar als nicht unwichtige Stützen derselben angesehen werden können, waren Heyer bekannt und sind von ihm angeführt worden. Den innern Zusammenhang indessen erkannte er nicht, vielmehr hielt er an der einmal gefassten Meinung fest.

Auch sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass Heyer seine eigentümlichen Ansichten nur deshalb beibehalten konnte, weil er die meisten Thatsachen, die ich früher aufgezählt habe, gar nicht gekannt hat. Einige hat er indessen erwähnt, ohne sie

---

[1]) l. c. pag. 79.

[2]) Die Geschlechtsverteilung etc., Leipzig 1867, pag. 26. Citiert v. Heyer, pag. 81.

[3]) l. c. pag. 64.

[4]) l. c. pag. 56.

aber genauer zu erörtern. Geht man jedoch näher hierauf ein, so erkennt man sofort, wie unhaltbar die Heyer'sche Theorie von der unbedingten Constanz des Sexualverhältnisses ist. So erwähnt Heyer ganz kurz die Versuche von Prantl[1]), welche beweisen, dass sich auf Prothallien bei Mangel an Nahrung männliche, bei Überfluss aber weibliche Geschlechtsorgane bilden, indem er eine eingehende Beurteilung dieser Thatsachen aber vermeidet. Er geht mit den Worten darüber hinweg, dass die Zahl dieser Untersuchungen noch zu gering sei, um Schlüsse zu erlauben, auch dürfe man von Farnen nicht auf die Verhältnisse bei höheren Pflanzen schliessen, weil bei den Farnen der ganze Entwickelungscyclus auf zwei getrennte Organismen verteilt ist, was bei den höheren Pflanzen nicht der Fall ist. Beide Einwände sind unzulässig. Die Versuche von Prantl sind zahlreich und sorgfältig und werden bestätigt durch die anderer Forscher. Auch sind allgemeine Schlüsse sehr wohl zulässig; denn es handelt sich hier um allgemeine Eigenschaften aller Pflanzen, ja sogar aller Organismen. Ferner erwähnt Heyer auch noch andere Beobachtungen, welche dasselbe Resultat hatten. Wie Borodin[2]) beobachtete, wurde bei Prothallien von Allosorus sagittatus „im Dunkeln die weitere Bildung vegetativer Zellen sistiert und an Stelle derselben trat Antheridienbildung. Wurden derartige Prothallien nachträglich dem Lichte ausgesetzt, so konnte die Bildung vegetativer Zellen wieder veranlasst werden. Nach demselben Autor wurden ähnliche Vorgänge beobachtet von Nägeli[3]) bei Aspidium angescens, von Schacht[4]) bei Pteris serrulata, von Wiegand[5]) bei Blechnum Spicant.“ Auch nach Göbel[6]) bildeten die von Göppert[7]) im Dunkeln gezogenen Prothallien von Osmunda regalis nur Antheridien. Aus allen diesen Thatsachen geht aufs neue unzweifelhaft hervor, dass das Geschlecht nicht durch ein inneres Gesetz schon von vornherein un-

---

[1]) l. c. pag. 74 und 88.

[2]) Bulletin de l'Acad. imp. d. St. Pétersb. 1867. Nov. pag. 438. Citiert v. Heyer.

[3]) Zeitschrift f. wiss. Bot., Heft I, Taf. IV, Fig. II. Citiert v. Heyer.

[4]) Linnaea 1849, Taf. V, Fig. 1 u. 2. Citiert v. Heyer.

[5]) Bot. Untersuchungen 1854, pag. 42. Citiert v. Heyer.

[6]) Grundzüge der Systematik, Leipzig 1882, pag. 219. Citiert v. Heyer.

[7]) Sitzungsber. d. intern. bot. Congr. zu Petersb. 1869. Citiert v. Heyer.

abänderlich bestimmt ist, sondern dass das Geschlechtsverhältniss den äussern Umständen gemäss reguliert wird.

Noch einige andere Thatsachen, die sich mit seiner Theorie nicht vereinigen lassen, hat Heyer in ähnlicher Weise kurz erledigt. Er sagt[1]): „Es möge hier darauf hingewiesen werden, dass es unstatthaft ist, bei der Diskussion über die Frage nach der Entstehung des Geschlechtes beim Menschen und den Wirbeltieren das Geschlechtsleben der Bienen mit herbeizuziehen, weil man schon aus den vorgeführten Fällen aus dem Geschlechtsleben der Hymenopteren für die sich widersprechendsten Hypothesen Beweismittel finden könnte, was offenbar ad absurdum führt. Die normale geschlechtliche Zeugung ist auch bei den Hymenopteren nicht zu verkennen, sie ist aber durch verschiedene Regenerationsvorgänge verschleiert oder sie ist ganz verloren gegangen.“ An einer späteren Stelle[2]) sagt er dies ergänzend: „Ich habe im Vorhergehenden bereits darauf hingewiesen, dass es bei exacten Untersuchungen unstatthaft ist, aus dem Geschlechtsleben niederer Tiere und Pflanzen zur Beweisführung irgend einer Ansicht über die Entstehung der Geschlechter beim Menschen, höheren Tieren und Pflanzen einige passende Fälle herauszugreifen, da man durchaus nicht in Verlegenheit geraten würde, für die andere entgegengesetzte Ansicht ebenfalls Beweismaterial zu finden.“ Bei der Darlegung der in dieser Arbeit vertretenen Theorie wurden nicht etwa einige passende Fälle ausgesucht, sondern alle bekannten Thatsachen wurden vorgeführt und in Übereinstimmung mit der Theorie gefunden. Man muss auch von einer richtigen Theorie verlangen, dass sie sämtliche in betracht kommende Thatsachen erklärt. Heyer aber kann dies von seinem Standpunkt aus nicht. Bei den niedern Tieren sind aus früher erleuterten Gründen die Schwankungen des Sexualverhältnisses viel grösser als bei den höheren Tieren und Pflanzen. Als Beispiel mag die Thelytokie bei den Aphiden und die Arrenotokie bei den Bienen dienen. Bei diesen niedern Tieren sah Heyer am deutlichsten, dass das Sexualverhältniss keine unbedingt constante Grösse ist. Die Schwankungen desselben sind hier ausserordentlich stark. Um also seine Theorie von der unbedingten Constanz des Geschlechtsverhältnisses aufrecht zu erhalten, musste Heyer die Thatsachen aus dem Geschlechtsleben der niedern Tiere und Pflanzen unterdrücken. Dies

[1]) l. c. pag. 101.
[2]) l. c. pag. 103.

ist aber unstatthaft, wenn es sich um die Erforschung allgemeiner Gesetze handelt. —

In der Annahme von innern Gesetzen und in der Verläugnung des Einflusses äusserer Umstände ist Heyer indessen noch weiter gegangen. Er stellte nämlich einen Versuch an, um zu prüfen, ob die Tendenz zur Bildung von gefüllten Blüten durch äussere Einwirkungen herbeigeführt oder bereits im Samenkorn entschieden sei. Es war früher darauf aufmerksam gemacht worden, dass unter ungünstigen Bedingungen nicht nur die Reproduction vermindert wird, sondern auch häufig andere Organe, welche zu der Geschlechtsthätigkeit in Beziehung stehen, afficiert werden. Zu diesen Erscheinungen muss auch das Gefülltsein der Blumen gerechnet werden. Bereits Darwin hatte hierfür die richtige Erklärung gegeben. Zuerst bewirken nämlich irgend welche ungünstige Verhältnisse eine Verminderung der Reproduction und damit eine Verminderung der Ernährung der Reproductionsorgane. Ungünstige Umstände sind aber durchaus nicht immer mit einem Nahrungsmangel verbunden. Wenn es der Blume nun nicht an Nahrung fehlt, so wird diese zu einer andern Leistung verbraucht werden. Eine solche Leistung ist die Bildung von Blumenblättern. Diese Theorie Darwins hat ausserordentlich viel Wahrscheinlichkeit für sich. Heyer indessen ist hierüber anderer Meinung. Wie das Geschlecht einem innern Gesetze folgend bereits im Samenkorn definitiv entschieden sein und durch äussere Umstände niemals eine Änderung erleiden soll, so ist nach ihm auch die Tendenz zur Bildung von gefüllten Blüten bereits im Samenkorn definitiv entschieden und wird niemals durch die Verschiedenheit äusserer Verhältnisse beeinflusst.

Bei der Erörterung der Entstehung des Geschlechtes hatten wir gesehen, dass die Verhältnisse, unter denen die Eltern leben, von dem grössten Einfluss auf das Geschlecht der Nachkommen sind. Die Geschlechtsproducte neigen also schon von vornherein mehr zum einen oder andern Geschlecht, aber dennoch ist die spätere Ernährung des Embryo vom grössten Einfluss auf die Entstehung des Geschlechts. Ebenso wird es sich wahrscheinlich mit der Tendenz zur Bildung von gefüllten Blüten handeln. Auch hier werden die Lebensverhältnisse der Eltern-pflanzen von der grössten Bedeutung sein. Also bereits im Samenkorn wird eine mehr oder weniger grosse Tendenz zur Bildung von gefüllten Blüten vorhanden sein. Aber auch die Lebensverhältnisse der jungen aufwachsenden Pflanzen sind noch von Einfluss auf diese

Tendenz; und zwar wird dies nicht nur durch die bereits früher angeführten Thatsachen, sondern auch durch die von Heyer angestellten Versuche bewiesen. Die Experimente wurden mit Levkojen angestellt und ergaben die in der Tabelle wiedergegebenen Resultate.

Boden und Beleuchtung	I. Probe		II. Probe		Summe	
	gefüllt	einfach	gefüllt	einfach	gefüllt	einfach
Gartenboden unbeschattet	48	40	16	18	64	58
„ beschattet	34	31	11	10	45	41
Sandboden unbeschattet	36	28	25	14	61	42
„ beschattet	23	21	16	6	39	27
Summe	141	120	68	48	209	168

Diese Tabelle giebt an, wieviel Pflanzen unter den betreffenden Verhältnissen einfache oder gefüllte Blüten trugen. Aus den Zahlen geht hervor, dass auf Sandboden 100 gefüllte und 69 einfache Pflanzen wuchsen, was einem Verhältniss von 145 zu 100 entspricht. Auf Gartenboden dagegen erhielt Heyer 109 gefüllte und 99 einfache Pflanzen, demnach ein Verhältniss von 110 zu 100. Auf dem Sandboden wuchsen also relativ mehr gefüllte Pflanzen als auf dem Gartenboden. Der Umstand, ob die Pflanzen beschattet oder unbeschattet wuchsen, scheint dagegen ohne merklichen Einfluss zu sein auf die Tendenz, gefüllte Blüten zu bilden. Bei den in Sandboden wachsenden Exemplaren zeigte sich also das Gefülltsein der Blüte häufiger als bei den in Gartenboden wachsenden. Dieses hat seine Ursache jedenfalls darin, dass Gartenboden dieser Gartenpflanze jedenfalls günstigere Bedingungen als Sandboden bietet. Hiermit ist unzweifelhaft nachgewiesen, dass die äusseren Lebensverhältnisse von dem grössten Einfluss sind auf die Tendenz, gefüllte Blüten zu bilden. Allerdings wird diese Tendenz schon im Samenkorn vorhanden und mehr oder weniger stark sein. Dies erkannte Heyer, aber er ging zu weit, als er annahm, dass das Gefülltsein bereits im Samenkorn definitiv entschieden sei und die äusseren Verhältnisse ohne jeden Einfluss seien. Dass letzteres doch der Fall ist, geht nicht nur aus den bereits früher mitgeteilten Thatsachen, sondern auch aus den Versuchen von Heyer selbst hervor. Man sieht also, wie weit

Heyer gegangen ist, indem er überall innere Gesetze annahm und den äussern Umständen auch nicht die geringste Bedeutung beilegte.

Bei der Erörterung der Concurrenz, welche sich alle Organe gegenseitig machen, war schon darauf hingewiesen worden, dass die Nahrung, welche einem Organe nicht mehr zu teil wird, den benachbarten zu gute kommt. Ein solches Verhältniss haben wir bei den gefüllten Blüten. Irgend welche ungünstige Umstände rufen eine Unfruchtbarkeit hervor und alsdann wird die Nahrung nicht zur Reproduction, sondern zur Bildung von Blumenblättern verbraucht. Heyer hat noch andere Beobachtungen angestellt, welche sich auf einen ebensolchen Zusammenhang zurückführen lassen. Bei seinen Beobachtungen an Lychnis[1]) bemerkte er, dass mehrere männliche Pflanzen von Ustilago antherarum befallen waren, ein Pilz, der nur die männlichen Geschlechtsorgane heimsucht. Heyer bemerkte nun, dass fast alle befallenen Blüten einen Fruchtknoten gebildet hatten. Auch von Miss Becker und Lorum ist dies beobachtet worden, wie Heyer[2]) anführt. Es wäre durch Untersuchungen festzustellen, ob nicht die angegriffenen Antheren absterben und dann die für sie bestimmte Nahrung den übrigen Teilen der Blüte zu gute kommt. Bei dieser günstigeren Nahrungszufuhr werden die Anlagen der weiblichen Geschlechtsorgane veranlasst, sich auszubilden. Besonders bemerkenswert bei dieser Beobachtung ist aber folgender Umstand. Es hatten sich nämlich nicht bei allen befallenen Blüten die Fruchtknoten ausgebildet, sondern dies war bei den kleineren, auf schwächlichen Seitenzweigen stehenden nicht der Fall gewesen. Bei diesen Blüten war also die Zunahme der Ernährung der übrigen Blütenteile nicht sehr stark gewesen und dies hat ohne Zweifel seinen Grund darin, dass diese Blüten überhaupt schwächer ernährt werden. Dieser Umstand spricht von neuem für den allgemeinen Satz, dass die Ernährung eines Teiles desto stärker ist, je näher dieser der Nahrungsquelle gelegen ist.

Auch folgende Beobachtungen von Heyer[3]) zeigen, dass die Nahrung, die dem einen Teil bestimmt ist, aber ihm nicht mehr zu Teil wird, besonders den Organen zu gute kommt, welche in

---

[1]) l. c. pag. 79.

[2]) Entnommen aus Sorauer, Pflanzenkrankheiten, Berlin 1874, pag. 276, Anmerkung.

[3]) l. c. pag. 84.

der Nähe desselben gelegen sind. Wird durch irgend welche Mittel eine starke Zweigbildung verhindert, so bilden sich mehr Blüten. Dies war schon früher von Kürbissen und Gurken mitgeteilt worden, welche in Blumentöpfen wuchsen. Auch in der Technik des Gartenbaues wird dies benutzt. „Die Obstbäumchen stehen gewöhnlich auf fruchtbarem Boden, so dass sie hinreichend Nahrung finden. Es ist aber dafür gesorgt, dass eine üppige Zweigbildung verhindert wird, indem als Wildlinge, auf welche die edlen Sorten veredelt sind, schwachwüchsige Sorten verwendet werden. Es findet also eine hinreichende Nahrungszufuhr, aber eine minder lebhafte Sprossbildung statt, womit dann auch ein früherer und reichlicherer Blütenansatz und eine vollendetere Ausbildung der Früchte im Zusammenhange stehen.“ Ferner bemerkte Heyer bei Weiden, dass die Zweige, deren Spitzen von vorübergehenden Personen abgeschlagen waren, Blüten gebildet hatten, was bei den übrigen nicht der Fall war. Diese Blüten hatten sich infolge des Saftandranges schon am Ende des Sommers entwickelt, während sie sonst erst im nächsten Frühjahr erscheinen. Nach Heyer wird dasselbe Verfahren, das sogenannte Pincieren auch bei der Zwergobstbaumzucht in Anwendung gebracht, um einerseits eine zu üppige Entwickelung der Zweige zu verhindern und anderseits, um die Knospen zu veranlassen, sich zu Blütenknospen zu entwickeln.“ Es zeigt sich also, dass die Nahrung, die eigentlich für die Spitze bestimmt war, den zunächst gelegenen Knospen zukommt. Es fragt sich aber noch, warum die benachbarten Zweige nicht einfach stärker wachsen, sondern warum die Knospen-anlagen sich zu Blütenknospen entwickeln. Dies ist jedenfalls darauf zurückzuführen, dass die Pflanzen die Eigenschaft haben, die Reproductionsthätigkeit bei vermehrter Nahrungszufuhr zu verstärken. —

Das Verdienst Heyers besteht, wie schon mehrmals hervorgehoben wurde, darin nachgewiesen zu haben, dass auch bei dioecischen Pflanzen das Sexualverhältniss ein bestimmtes, unter denselben Verhältnissen stets wiederkehrendes ist. Daraus schloss er irrtümlicher Weise, dass das Sexualverhältniss ein unbedingt constantes, unter allen Umständen stets wiederkehrendes sei. Alsdann dehnte er diesen Schluss auf alle Organismen aus. Lange vor ihm war es indessen schon bekannt, dass das Sexualverhältniss bei Tieren ein bestimmtes ist. Spencer hatte sogar schon angedeutet, dass dieses Geschlechtsverhältniss als eine Anpassung an die Lebensverhältnisse der betreffenden Tiere zu betrachten sei.

Bei der Verallgemeinerung seiner Ansichten über die unbedingte Constanz des Geschlechtsverhältnisses hat Heyer sich der Mühe unterzogen, eine Zusammenstellung der ihm bekannten Sexualverhältnisse von Pflanzen und Tieren zu geben. Da dieselbe einige neue Zahlen enthält, so mag sie hier wiedergegeben werden.

Arten	Summe	♀	♂	Sexualverhältniss
Bingelkraut, Mercurialis annua	21 000	10 201	10 799	105,86
Hund [1])	6 878	3 273	3 605	110,14
Schaf in Deutschland [2])	1 121	545	577	105,87
„ „ England, Leicesterrasse [3])	8 965	4 558	4 407	96,68
Schaf in England, Cheviotrasse [4])	50 685	25 614	25 071	97,88
Pferd in Ungarn [5])	42 555	21 741	20 814	95,73
„ „ Preussen [6])	18 832	9 622	9 211	95,72
„ „ „ [7])	1 321	676	645	95,41
„ „ Würtemberg [8])	16 285	8 443	7 842	92,64
„ „ „ [9])	2 340	1 181	1 159	98,13
„ „ England [10])	2 925	1 465	1 460	99,65
„ „ „ [11])	25 560	12 797	12 763	99,73
Rind in Österreich [12])	8 179	4 129	4 050	98,08
„ „ England [13])	982	505	477	94,05
Huhn, Cochinchinarasse [14])	1 001	514	487	94,74
Frosch, Rana fusca [15])	440	280	160	57,14
Hanf in Deutschland	1 353	713	640	89,76
„ „ „	1 339	718	621	86,49
„ „ „	3 321	1 788	1 533	85,73
„ „ Ungarn [16])	—	—	—	85,08
„ „ Österreich [17])	6 282	3 432	2 850	83,04
„ „ Frankreich [18])	2 276	1 224	1 052	85,94

Diese Tabelle enthält mehrere Zahlen, welche bereits im Anfang der Arbeit bei Erörterung der Zahlengrösse des Sexualver-

[1]), [3]), [4]), [11]), [13]) und [14]) Darwin, Abstammung des Menschen 1875, II, pag. 318.

[2]) und [6])—[10]) Nach Nathusius aus Frank, Tierärztl. Geburtsh. Berlin 1876, pag. 145.

[5]) Revue für Tierheilkunde 1882, No. 6—9.

[12]) l. c. 1882 pag. 42 nach Dr. Nagl.

[15]) Archiv f. d. ges. Phys. 1881, pag. 237. Irrtümlicherweise nennt Heyer dieses Tier eine Kröte.

[16]) Wiener landw. Zeitung 1869 No. 3.

[17]) Frühlings landw. Zeitung 1877, pag. 881.

[18]) Annales des Sciences nat. Paris 1830.

hältnisses angeführt wurden. Es sind die über das Verhältniss beim Windhund und beim Pferde, welche von Darwin festgestellt wurden, ferner über dasselbe beim Frosch, das von Pflüger und andern festgestellt wurde. Indessen ist die letztere Angabe Heyers nicht vollständig richtig. Hätte er die Arbeiten Pflügers weiter verfolgt, so würde er gefunden haben, dass ein derartiges Überwiegen der Weibchen nur in der Jugend stattfindet, dass dagegen später die Zahl der Männchen und Weibchen bei den Fröschen ungefähr die gleiche ist.

Abgesehen von den Zahlen, welche den Hanf betreffen und welche bereits oben mitgeteilt wurden, enthält die Tabelle viele neue Zahlen, die abermals aufs deutlichste zeigen, dass das Sexualverhältniss bei jedem Organismus ein bestimmtes, unter denselben Umständen stets wiederkehrendes ist.

Heyer ging indessen viel zu weit in der Abschätzung der Tragweite seiner Entdeckung. Er glaubte, dass das Sexualverhältniss nicht nur unter denselben, sondern auch unter verschiedenen äussern Umständen unbedingt immer dasselbe sein müsse. Dem ist aber nicht so, vielmehr rufen die äussern Umstände Schwankungen dieses Verhältnisses hervor, welche bei niedern Organismen gross, bei höheren aber gering sind.

Der zwingenden Gewalt der Thatsachen gegenüber muss auch Heyer zugestehen, dass unter verschiedenen äussern Umständen kleine Schwankungen des Sexualverhältnisses vorkommen können. Er sagt am Schlusse seiner Arbeit: „Da bei diöcischen Pflanzen das constante Geschlechtsverhältniss auf verschiedenen Standorten und in verschiedenen Jahren stets zu stande kommt, so muss angenommen werden, dass die äusseren Lebensbedingungen keinen, oder doch nur insofern einen Einfluss auf die Entstehung der Geschlechter auszuüben vermögen, dass bei constant bleibenden günstigen oder weniger günstigen Lebensbedingungen während mehrerer Generationen, innerhalb des gesetzlichen Verhältnisses kleine Schwankungen zu gunsten des weiblichen oder des männlichen Geschlechtes vorkommen können. Da nun der Mensch und die hier in betracht kommenden Tiere nicht wie die Pflanze an einen bestimmten Ort und an bestimmte äussere Lebensbedingungen gebunden sind, so muss gefolgert werden, dass bei diesen die äussern Lebensbedingungen noch weniger einen Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes haben, oder doch nur insofern, dass unter verschiedenen Lebensbedingungen während

grösserer Zeiträume kleine Schwankungen innerhalb des gesetzlichen Verhältnisses vorkommen können."

Also selbst Heyer gesteht zu, dass unter verschiedenen äussern Umständen Schwankungen des Sexualverhältnisses stattfinden. Da er aber doch seine Theorie von der unbedingten Constanz des Geschlechtsverhältnisses nicht fallen lassen will, so nimmt er an, dass diese Schwankungen nur innerhalb des gesetzlichen Verhältnisses stattfinden könnten, welches jeder Art immanent sei.

Warum die Schwankungen des Sexualverhältnisses bei verschiedenen Pflanzen, wie beim Bingelkraut und beim Hanf, welche Heyer in betracht zog, nur geringe sein können, wurde bereits genügend erörtert. Ihr Vorhandensein giebt Heyer selbst zu. Dass sie aber innerhalb des gesetzlichen Verhältnisses blieben, ist eine willkürliche Annahme. Bei fast allen Versuchen und Beobachtungen variierte stets nur ein Moment. Da die Zahl der Momente, welche von Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes sind, eine grosse ist, so bewirkt das Variieren eines Momentes auch nur eine kleine Schwankung des Sexualverhältnisses. Lässt man indessen viele Momente nach derselben Richtung hin wirken, so werden die Schwankungen des Geschlechtsverhältnisses immer grösser. Sie bleiben also nicht innerhalb eines gesetzlichen Verhältnisses. Man erinnere sich nur daran, dass bei Gurken und Kürbissen die Schwankungen so starke waren, dass es Heyer überhaupt gar nicht gelang, dieses immanente, gesetzliche Verhältniss auch nur annähernd festzustellen. Auch bei der Wirkung eines einzigen Umstandes sind diese Schwankungen durchaus nicht immer klein. Bei niedern Organismen können sie vielmehr sehr stark sein, wie wir bei Erörterung der Thelytokie und Arrenotokie gesehen haben. Die Annahme, dass die Schwankungen des Sexualverhältnisses nur klein seien und nur innerhalb des gesetzlichen Verhältnisses stattfänden, kann also nicht länger aufrecht erhalten werden.

Auch an einer andern Stelle fügt sich Heyer[1]) der Macht der Thatsachen, indem er sagt: „Es weist demnach Alles darauf hin, dass unter dem günstigen Zustande der äussern Lebensbedingungen innerhalb des gesetzlichen Verhältnisses in der Verteilung der Geschlechter das Maximum von Weibchen erzeugt wird." Indessen fährt er so fort: „Dabei wird je-

[1]) l. c. pag. 91.

doch die Frage nach der Entstehung der Geschlechter noch gar nicht berührt. Es wird nur angedeutet, dass unter anhaltenden günstigen oder ungünstigen Lebensbedingungen relativ mehr Weibchen resp. Männchen innerhalb des gesetzlichen Verhältnisses erzeugt werden. Diese äussern Einflüsse gelangen aber nicht momentan, sondern erst nach mehreren Generationen zum Ausdruck; die ganze physiologische Organisation der betreffenden Art oder Rasse wird schliesslich den äussern Lebensverhältnissen entsprechend praedisponiert, eines von beiden Geschlechtern zu begünstigen, ohne aber dabei die gesetzliche Verteilung der Geschlechter aufzuheben."

Hier hat Heyer also wieder eine neue Auslegung, um die Annahme einer Regulierung des Geschlechtsverhältnisses, für welche die Thatsachen so deutlich sprechen, nicht machen zu müssen.

Heyer glaubt, dass äussere Umstände, z. B. eine bessere Ernährung, nicht sogleich, sondern erst nach mehreren Generationen eine Mehrproduction von Weibchen herbeiführen. Wenn man indessen die in dieser Arbeit zusammengestellten Thatsachen der Reihe nach durchgeht, so wird sich bei fast jeder derselben zeigen, wie falsch diese Auslegung ist. Bei seinen eigenen Beobachtungen an der Brennnessel hätte Heyer sich überzeugen hönnen, dass eine bessere Ernährung sofort, noch an derselben Pflanze, eine Mehrproduction von weiblichen Blüten bewirkt. Ferner wirkt der Sommer, um aus den von mir angeführten Thatsachen irgend ein Beispiel herauszugreifen, so auf das menschliche Genitalsystem ein, dass eine Mehrproduction von Mädchen stattfindet. Und zwar findet diese Wirkung bei allen Menschen sofort und in jedem Sommer von neuem statt. Man sieht hieraus, wie falsch die Annahme ist, dass diese Wirkung erst nach mehreren Generationen zum Ausdruck käme. Heyer wurde sicherlich nur dadurch zu dieser Annahme verleitet, dass er seine Theorie von der unbedingten Constanz des Sexualverhältnisses durch die vielen widersprechenden Thatsachen gefährdet sah.

Bei Gelegenheit dieser Erörterungen macht Heyer[1]) auf eine Thatsache aufmerksam, welche von neuem beweist, dass unter günstigen Bedingungen eine Mehrproduction von Weibchen eintritt. Es mögen seine Worte hier angeführt werden: „Bei der Pferdezucht ergab sich aus langjährigen Aufzeich-

---

[1]) Revue für Tierheilkunde 1882, No. 6, 7, 8, 9. Citiert v. Heyer l. c. pag. 90.

nungen, dass mit der Verfeinerung des Gestütsbetriebes, mit dem rationelleren Betriebe der Pferdezucht, die Zahl der weiblichen Geburten relativ zunahm. Es nahmen ferner die männlichen Totgeburten in grösserem Masse zu als die weiblichen, so dass aus dem verfeinerten Betriebe eine Zunahme der weiblichen Individuen resultierte. Diese Verhältnisse wurden von Schlechter aus den Gestütsbüchern in Mezöhegyes in Ungarn ermittelt und erstreckten sich auf den Zeitraum von 1791—1879. Diese Angaben können daher als zuverlässig betrachtet werden. Während dieses Zeitraumes ist der Gestütsbetrieb allmählich vervollkommnet worden."

Schlechter verfügt ohne Zweifel über umfassende Zahlen, in bezug auf die Tot-geburten sind sie vielleicht doch noch nicht gross genug gewesen. Denn der Umstand, dass die Tot-geburten unter besserem Betriebe, also unter günstigeren Verhältnissen zugenommen haben sollen, ist kaum denkbar. Vielleicht handelt es sich nur um eine absolute nicht aber um eine relative Zunahme.

Zu den Beobachtungen Schlechters ist noch folgendes hinzuzufügen. „Die Untersuchung ergab, dass mit der fortschreitenden Verfeinerung des Gestütsbetriebes die Zunahme der weiblichen Geburten nicht gleichen Schritt hielt, sondern je mehr sich die Verfeinerung ihrem Höhepunkte näherte, um so geringer wurde auch die Zunahme der weiblichen Geburten. Es wurde also eine Grenze erreicht, welche als das mögliche Maximum der weiblichen Geburten innerhalb des gesetzlichen Verhältnisses bezeichnet werden kann."

Schlechter fand also die Thatsache, dass die Zunahme der weiblichen Geburten später nicht mehr so stark war als im Anfang. Dies stimmt vollständig überein mit den theoretischen Erörterungen, welche bei Beginn der Besprechung der Regulierung des Sexualverhältnisses gegeben wurden. Dort wurden folgende Schlüsse gezogen. Treten günstigere Existenzbedingungen ein, so nimmt die Production von Weibchen zu. Mit Hülfe dieser kann alsdann eine stärkere Reproduction stattfinden. Wenn aber die Zahl der Weibchen eine grosse ist, so wird infolge der stärkeren Beanspruchung der Männchen nach und nach die Zahl der Männchen-geburten doch wieder steigen. Nur bei der Thelytokie wird dies vermieden, da die Weibchen ihre Befruchtungsfähigkeit verloren haben. Bei den übrigen Tieren dagegen wird im Laufe der Zeit eine Anpassung an den neuen Zustand eintreten. Bei einem andauernden Überfluss tritt keine Regulierung des Ge-

schlechtsverhältnisses ein. Die meisten Tiere aber leben unter wechselnden Lebensverhältnissen. Den Änderungen dieser Existenzbedingungen gemäss findet die Regulierung des Sexualverhältnisses statt.

Wenn man alle die vorgeführten Thatsachen und Erörterungen vorurteilsfrei betrachtet, so darf man wohl schliessen, dass die Heyer'schen Auslegungen der Thatsachen unzulässig sind, dass das Sexualverhältniss also nicht etwa ein der Art immanentes, unbedingt constantes ist, auf welches die äusseren Umstände auch nicht den geringsten Einfluss haben, sondern dass es infolge nützlicher Eigenschaften den Existenzbedingungen gemäss reguliert wird.

Über den Einfluss des relativen Alters.

In der vorliegenden Arbeit glaube ich alle bisher aufgestellten wissenschaftlichen Theorien über die Entstehung des Geschlechtes einer Besprechung unterzogen zu haben. Es bliebe vielleicht noch zu erwähnen, dass nach der Meinung von Guislain [1]) der Stand des Mondes einen Einfluss darauf haben soll, ob ein Knabe oder ein Mädchen geboren wird. Während diese Ansicht sofort als absurd erscheint, lässt sich die von dem Statistiker G. Mayr [2]) aufgestellte Theorie schon eher rechtfertigen. Er sagt, dass der Wunsch der Mutter von Einfluss auf das Geschlecht des Kindes sei, und er erklärt dadurch den grösseren Knabenüberschuss bei ehelich Geborenen. „Während die eheliche Mutter, sobald sie weiss, dass sie empfangen hat, in der Regel einen Knaben und nur selten ein Mädchen erhofft, machen sich bei der unehelichen Mutter vorwaltend die Empfindungen der Reue über den Fehltritt verbunden mit Apathie gegen die Geschlechtszugehörigkeit des zu erwartenden Kindes geltend.“ Auch Öttingen [3]) hat sich dieser Wunsch-theorie angeschlossen und er erklärt den hohen Knabenüberschuss auf dem Lande als eine Folge des „allbekannten, fast krankhaften Wunsches nach Söhnen“ bei der Landbevölkerung. Die Forscher gingen bei Aufstellung dieser Theorie von dem rich-

[1]) Schmidts Jahrbücher d. ges. Med. 12, 1836, pag. 272.

[2]) Die Theorie findet sich in seiner populären Schrift: Die Gesetzmässigkeit im Gesellschaftsleben, pag. 252.

[3]) Die Moralstatistik in ihrer Bedeutung für die Social-ethik, Erlangen 1882, pag. 78. Citiert von Schumann.

tigen Gedanken aus, dass psychologische Vorgänge von Einfluss auf die Nerventhätigkeit und diese von Einfluss auf die Geschlechtsthätigkeit sind. Im ersten Teil der Arbeit wurde ausführlich die Abhängigkeit der Ovulation von einigen nervösen Vorgängen erörtert. Wenn aber das Ei sich bereits festgesetzt hat, kann ein Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes nur durch eine schwache oder starke Ernährung des Embryo ausgeübt werden, psychologische Vorgänge werden dagegen ohne Wirkung auf das Kind sein. Es ist aber physiologisch ebenso unwahrscheinlich, dass ein Versehen der Mutter die Ausbildung des Embryo beeinflussen, als dass ein Wunsch derselben eine Wirkung auf die Entstehung des Geschlechtes haben könnte.

In der neuesten Zeit ist noch eine Theorie über die Entstehung des Geschlechtes aufgestellt worden, die mir jetzt erst bekannt geworden ist. M. Schumann[1]) behauptet, „dass je grösser die sexuelle Befähigung der Erzeuger, desto grösser der Einfluss letzterer ist, dass es ferner in erster Linie auf des Mannes Befähigung ankomme und dass endlich mit dem Grade derselben auch der Knabenüberschuss wechselt.“ Schumann prüfte nämlich die Hofacker-Sadler'sche Theorie in ihrer ursprünglichen Fassung an Zahlen von Geburten, welche durch die Statistik Norwegens gegeben waren. Bereits früher wurde erwähnt, dass Francke[2]) aus einer Zusammenstellung der norwegischen Geburten in den vier Jahrgängen 1870 bis 1874 auf die Unhaltbarkeit der Hofacker'schen Theorie geschlossen hatte. Wie man sich entsinnen wird, litten diese Zahlen aber sehr an Mangelhaftigkeit. Die Geburten aus dem Jahre 1870, deren Angaben am mangelhaftesten waren, sind nun bei der Berechnung von Schumann fortgeblieben, dagegen hat er den folgenden Jahrgang 1875 hinzugerechnet. Die Zahlen Schumann's sind also jedenfalls zuverlässiger als die Francke's. Bei der Untersuchung seiner Zahlen fand Schumann aber ebenso wie Francke das Gesetz Hofacker's nicht bestätigt.

Zu demselben Resultat kam Stieda[3]) bei der Untersuchung der Angaben über die ehelichen Geburten in Elsass-Lothringen aus den Jahren 1872 und 1873. Aus den norwegischen Geburts-

[1]) Dr. M. Schumann, Die Sexualproportion der Geborenen, eine statistische Studie. Oldenburg 1883.

[2]) Hildebrands Jahrbücher f. Nat.-Ök. u. Stat. 1877 u. 1878.

[3]) Statistische Mitteilungen über Elsass-Lothringen, 1875. Citiert v. Schumann.

zahlen schliesst Schumann, dass der Knabenüberschuss bei Männern von 25 bis 29 Jahren am grössten, bei jüngern und ältern dagegen kleiner ist, was allerdings mit den norwegischen Zahlen in Übereinstimmung steht. Die Angaben über die Geburten in Elsass-Lothringen aber zeigen in dieser Beziehung starke Schwankungen, die nicht mit dieser Theorie harmonieren. Indessen sind diese Zahlen weniger umfassend als die aus Norwegen. Endlich ist auch in Berlin [1]) das Alter der Eltern von Neugeborenen ermittelt worden. Die betreffenden Zahlen hat Schumann ebenfalls mitgeteilt. Seine Theorie hat er jedoch an denselben nicht geprüft und zwar aus folgendem Grunde nicht. Bei einer solchen Prüfung müssen die Geburten nach dem absoluten Alter des Vaters geordnet sein. In der Tabelle ist aber nur das absolute Alter der Mutter und das relative des Vaters angegeben. Schumann glaubte daher, dass diese Zahlen bei seiner Untersuchung nicht hätten verwandt werden können. Er bedachte nicht, dass mit dem absoluten Alter der Mutter und dem relativen des Vaters, d. h. der Differenz zwischen dem des Vaters und dem der Mutter, auch das absolute des Vaters gegeben ist. Sollen die von Schumann mitgeteilten Zahlen nach dem absoluten Alter des Vaters geordnet werden, so bedarf es hierzu nur einer kleinen Umordnung.

Nimmt man eine solche Umstellung vor, so erhält man für die verschiedenen Altersstufen des Vaters die Sexualverhältnisse, welche die Tabelle wiedergiebt.

Alter des Vaters	Norwegen			Elsass-Lothringen			Berlin		
	Kn.	Md.	Sex-verh.	Kn.	Md.	Sex-verh.	Kn.	Md.	Sex-verh.
15—24	4 742	4 582	103,49	2 289	2 109	108,53	4 416	4 157	106,2
25—29	18 484	17 204	107,44	10 294	9 535	107,96	21 111	20 163	104,7
30—34	23 935	22 620	105,81	14 546	13 740	105,86	25 212	24 029	104,9
35—39	21 653	20 742	104,39	11 820	11 298	104,62	16 644	16 127	103,2
40—44	17 111	16 368	104,54	7 205	6 785	106,19	8 336	7 975	104,5
45—49	9 686	9 264	104,55	3 471	3 217	107,89	2 936	2 845	103,2
über 50	4 237	4 124	102,74	2 201	2 080	105,82	1 334	1 292	103,2
	1 316	1 306	100,77						
	708	682	103,81						

Die Zahlen für Elsass-Lothringen und für Berlin können nicht als eine Bestätigung der Schumann'schen Theorie angesehen

[1]) Statistisches Jahrbuch der Stadt Berlin, 6., 7., 8. u. 9. Jahrgang. Herausgegeben von Richard Böckh. Berlin 1880, 1881, und 1883. Citiert v. Schumann.

werden. Die Sexualverhältnisse schwanken regellos, trotzdem sie eine ziemlich grosse Zahl von Fällen betreffen. —

Wenn man die Zahlen der Geburten in Norwegen, Elsass-Lothringen und Berlin zusammen addiert, so erhält man sehr umfassende Zahlen. Diese sind daher sehr gut zur Prüfung einer Theorie über den Einfluss des Alters der Erzeuger geeignet. Viele Thatsachen sprechen dafür, wie wir früher gesehen haben, dass der Ernährungszustand der Mutter resp. des Genitalsystems derselben vor der Befruchtung einen andern Einfluss auf die Entstehung des Geschlechtes hat als der nach der Befruchtung. Der Ernährungszustand des Genitalsystems nimmt zuerst zu und dann wieder ab. Der Einfluss des Alters der Mutter auf das Geschlecht des Kindes ist also ein sehr complicierter. Beim Vater dagegen liegen die Verhältnisse einfacher; denn bei ihm kommt nur der Ernährungszustand vor der Befruchtung in betracht. Je besser die Ernährung, desto grösser ist die Leistungsfähigkeit des Genitalsystems, desto geringer ist verhältnissmässig die Beanspruchung, desto mehr weibliche Individuen werden erzeugt. Jüngere und ältere Väter werden also etwas mehr Knaben zeugen als solche im mittleren Alter. Wenn dies geprüft und zugleich der Einfluss des Alters der Mutter vermieden werden soll, so dürfen nur solche Geburten verglichen werden, bei denen das Alter der Mutter dasselbe ist. Die Resultate einer solchen Berechnung teilt nebenstehende Tabelle mit.

Alter der Mutter	30—34 Jahre			25—29 Jahre			20—24 Jahre		
Alter des Vaters	Kn.	Md.	Sex-verh.	Kn.	Md.	Sex-verh.	Kn.	Md.	Sex-verh.
15—29	8 525	7 887	108,1	27 389	25 843	106,0	21 560	20 330	106,0
30—34	23 283	21 823	106,9	24 394	23 486	103,9	7 954	7 469	106,5
35—39	17 885	17 070	104,7	10 272	9 838	104,4	2 426	2 416	100,4
40—44	7 972	7 681	103,8	3 165	3 058	103,5	1 154	1 100	105,0
über 45	4 220	3 997	105,6	1 734	1 525	113,8			

Diese Tabelle giebt die Geburten nach verschiedenem Alter des Vaters bei demselben Alter der Mutter geordnet wieder. In den drei Zusammenstellungen wurde ein solches Alter der Mutter gewählt, welches überhaupt reich an Geburten ist. In der Tabelle zeigt sich deutlich, dass der Knabenüberschuss am Anfang und Ende der Zahlenreihe zunimmt. Bei demselben Alter der Mutter zeugen also jüngere und ältere Männer mehr Knaben als solche im mittleren Alter. Zur Zeit ihrer grössten geschlechtlichen Lei-

stungsfähigkeit zeugen sie also mehr Mädchen. Diese Thatsache liefert mithin einen Beweis für die Richtigkeit der modificierten Hofacker-Sadler'schen Theorie.

Das Resultat dieser Untersuchung darf als zuverlässig bezeichnet werden. Denn einmal sind die Zahlen umfassender als die aller früheren Untersuchungen über den Einfluss des Alters, die Summe aller Geburten ist nämlich 314 456. Ferner sind bei der Ermittelung des Einflusses, den das Alter des Vaters ausübt, nur solche Geburten in betracht gezogen, bei denen das Alter der Mutter dasselbe war. Der Einfluss des letzteren trübt also das Resultat nicht. Bei allen früheren Untersuchungen ist dies nicht geschehen und konnte auch nicht geschehen, da sie zu wenig Fälle umfassten. Nur die Untersuchung von Schumann, welche von allen früheren die umfassendste ist, zeigt eine solche Zusammenstellung. Indessen hat Schumann die Geburten aus einem zu verschiedenen Alter der Mutter zusammengestellt. Schumann hat einen zehnjährigen Abschnitt des Alters der Mutter genommen, während er in obiger Tabelle nur fünfjährig ist. Ein solcher muss möglichst klein sein, da die Mütter bei verschiedenem Alter des Vaters ungefähr gleichalterig sein sollen. Ältere Männer nehmen aber durchschnittlich auch ältere Frauen. Wenn also das Alter der Mutter in zu weite Grenzen eingeschlossen wird, so ist es bei verschiedenem Alter des Vaters nicht dasselbe, sondern ebenfalls ein verschiedenes. Wählt man aber das Alter der Mutter innerhalb enger Grenzen, wie es in obiger Untersuchung geschehen ist, so wird diese Fehlerquelle vermieden. —

In seiner Broschüre hat Schumann noch verschiedene andere Thatsachen mitgeteilt, die sich auf die Entstehung des Geschlechtes beziehen. Früher war bewiesen worden, dass der Knabenüberschuss auf dem Lande grösser ist als in der Stadt. Auch in Norwegen zeigt sich dieselbe Erscheinung, wie Schumann[1]) mitteilt. Denn in den vier Jahren von 1871—75 war das Sexualverhältniss in den Städten 104,10, auf dem Lande aber 105,31. Auch die Geburts-angaben aus Berlin von 1878—81 bestätigen diesen Satz; denn trotzdem es sich um eheliche Kinder handelt, ist das Sexualverhältniss daselbst nur 104,72 [2]).

Schumann erklärt diese Thatsache dadurch, dass die Männer in den Städten im allgemeinen sexuell schwächer seien als die auf

---

1) l. c. pag. 45.
2) l. c. pag. 17.

dem Lande[1]). In Wirklichkeit ist aber gerade das Umgekehrte der Fall, wie wir früher gesehen haben, die geschlechtliche Leistungsfähigkeit ist in den Städten infolge der bessern Ernährung und geringeren körperlichen Anstrengung grösser als auf dem Lande. Infolge dessen und vielleicht auch infolge der stärkeren Anregung tritt die Geschlechtsreife in den Städten früher ein als durchschnittlich der Fall ist, wie früher an dem Eintritt der Menstruation statistisch nachgewiesen wurde. Daher finden auch die Heiraten frühzeitiger statt als auf dem Lande und das Maximum der Geburten fällt in den Städten in ein früheres Lebensalter als auf dem Lande. Dieses lässt sich mit Hilfe der von Schumann mitgeteilten Zahlen nachweisen. Das Maximum von Geburten findet sowohl in Norwegen wie in Elsass-Lothringen im 30sten bis 34sten Lebensjahre statt. In Berlin tritt dieses Maximum schon im 25—30sten Jahre der Mutter ein[2]). Der Eintritt der Geschlechtsreife wie das Maximum der Reproductionsthätigkeit findet also in den Städten früher statt als auf dem Lande. Die Hauptursache hierfür liegt in der bessern Ernährung des Genitalsystems. Diese liefert zugleich den Hauptgrund für die stärkere Production von Mädchen in den Städten. Man sieht also, dass die einzelnen Teile der Theorie wieder neue Bestätigungen erhalten. Und gerade hierin scheint mir der grosse Wert dieses Nachtrages zu liegen, dass man erkennt, wie auch die Thatsachen, welche ich erst später, nach Fertigstellung des Manuscriptes, kennen lernte, immer von neuem die bereits fertige Theorie bestätigen. —

Schuhmann führt indessen auch eine Thatsache an, welche scheinbar im Widerspruche mit früher angeführten Erscheinungen steht. Wir hatten gesehen, dass der Knabenüberschuss bei unehelichen Geburten kleiner ist als bei ehelichen. In Norwegen und Serbien jedoch verhält sich dies umgekehrt; denn das Sexualverhältniss der Geborenen von 1865—1880 war bei den[3])

	ehelichen Kindern	unehelichen Kindern
in Norwegen	105	106
in Serbien	106	110

[1]) l. c. pag. 47. [2]) l. c. pag. 18 u. 24.

[3]) Movimento dello stato civile. Anno XIX — 1880. Confronti internazionali per gli anni 1865—1880. Roma 1882, pag. CCXXVII und CCXXXIII. Citiert von Schumann, l. c. pag. 50.

In bezug auf die unehelichen Geburten in Norwegen ist jedoch zu bemerken, dass nach Schumann „besonders unter der ländlichen Bevölkerung vielfach der Brauch herrscht, erst nach der Geburt eines oder einiger Kinder zu heirathen", wie ein norwegischer Autor noch weiter ausführt [1]). In Norwegen sind die unehelichen Geburten also mehr als Erstgeburten zu betrachten. Da nun Erstgeburten, wie wir früher gesehen haben, relativ viel Knaben aufweisen, so muss auch der Knabenüberschuss der unehelichen Geburten in Norwegen ein grosser sein, was in Übereinstimmung mit den Thatsachen steht. Ob in Serbien ähnliche Verhältnisse in betracht kommen, darüber ist mir nichts bekannt. Vielleicht umfasst die Angabe zu wenig Fälle, was sehr wahrscheinlich sein wird, da das Sexualverhältniss ein ganz abnormes ist. Schumann erklärt nun diese Erscheinungen dadurch, dass „in Norwegen die jüngeren Männer, welche in unehelicher Verbindung zeugen, sexuell kräftiger sind als die in ehelicher Gemeinschaft lebenden, dass es gerade umgekehrt sich verhält bezüglich der im mittleren und höheren Alter stehenden Männer [2])". Diese Erklärung ist der Ausdruck für die Thatsache, dass die jüngeren Männer unehelich mehr Knaben zeugen. Letzteres ist deswegen der Fall, weil es sich gerade bei jüngeren Männern meist um Erstgeburten vor der Ehe handeln wird. Bei Vätern von mehr als 30 Jahren ist dagegen das Sexualverhältniss der Kinder sehr niedrig, nämlich nur 103,33. Hier handelt es sich eben nicht um Erstgeburten, sondern um uneheliche Kinder im eigentlichen Sinne des Wortes. Daher ist bei diesen der Knabenüberschuss gering, was in Übereinstimmung mit den bereits früher mitgeteilten Thatsachen steht. —

Der Einfluss des Klimas auf das Genitalsystem der Menschen ist, wie in den früheren Erörterungen gezeigt wurde, ein bedeutender. Namentlich beim weiblichen Geschlecht bemerkt man daher in wärmeren Gegenden eine frühzeitigere Reife. Diese Erscheinung steht noch mit folgenden Thatsachen in Übereinstimmung. In heisseren Klimaten beginnt die Geschlechtsthätigkeit des Weibes nicht nur früher, sondern hört auch früher wieder auf. In Italien verblühen die Frauen rascher als in nördlicheren Ländern. Daher werden in Italien Wittwen seltener geheiratet als

---

[1]) Dr. O. J. Broch, Le royaume de Norvège et le peuple norvégien. Christiania 1876, p. 80. Citiert von Schumann, l. c. p. 54.

[2]) l. c. pag. 52.

in Deutschland, England und Frankreich [1]). Auch folgende von Mayr [2]) mitgeteilte Tabelle erläutert dies.

Länder	Beobachtungsjahre	Procentanteil der 30 u. mehr Jahre alten Personen unter den	
		Bräutigamen	Bräuten
England und Wales	1872—1874	23	17
Italien	1872—1875	36	17
Preussen	1871—1874	33	20
Cisleithanien	1870—1874	39	26
Niederlande	1871—1873	39	27
Schweiz	1873—1875	42	28
Bayern	1871—1875	48	32

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die wenigsten alten Bräute in England und in Italien sich finden. In England aber nur deshalb, weil dort überhaupt frühzeitig geheiratet wird; denn, wie die Tabelle zeigt, sind auch die alten Bräutigame selten. In Italien finden sich aber ziemlich viel ältere Bräutigame, die Bräute nur sind relativ jung. Dies hat seinen Grund in dem rascheren Verblühen der Frauen im Süden Europas im Vergleich zu denen im Norden. Jedoch ist wohl zu berücksichtigen, dass auch Gesetze und Sitten hierauf von Einfluss sein können. Auch die Thatsache, dass die über 40 Jahre alten Männer in Italien Bräute nehmen, die durchschnittlich 10 Jahre jünger sind, steht hiermit in Übereinstimmung; denn keines der übrigen Länder erreicht diese grosse Altersdifferenz [3]). —

Ob sich ein Volk unter günstigen oder ungünstigen Verhältnissen befindet, wird einmal nach der Stärke der Reproduction überhaupt und zweitens nach der Grösse des Knabenüberschusses sich beurteilen lassen. Folgende von Schumann [4]) gegebene Tabelle liefert hierfür eine neue Bestätigung.

	Lebendgeborene auf 100 Einwohner	Knabengeburten auf 100 Mädchengeburten
Russisch Polen	4,23	101
England	3,54	104
Rumänien	3,05	110
Griechenland	2,85	111

[1]) Mayr, Gesetzmässigkeit im Gesellschaftsleben, pag. 270.
[2]) l. c. pag. 272. [3]) l. c. pag. 276.
[4]) Die Sexualproportion unter den Geborenen, pag. 56.

Wir sehen aus diesen Zahlen wieder, dass eine stärkere Reproduction mit einer Mehrproduction von Mädchen verbunden ist. Griechenland zeigt einen ganz kolossalen Knabenüberschuss. Daher ergeben die Volkszählungen stets einen Überschuss an Männern, während bekanntlich in allen übrigen europäischen Ländern die Weiber überwiegen. In Griechenland ergab die Volkszählung im Jahre 1870 ein Verhältniss von 100 männlichen zu 93,3 weiblichen Personen [1]). Nach Keleti's Untersuchungen [2]) ist das Geschlechtsverhältniss selbst in den einzelnen Teilen von Ungarn ein verschiedenes. Im Norden und Westen des Landes, wo Deutsche und Slovaken wohnen, zeigt sich ein Überschuss des weiblichen Geschlechtes. In den von Magyaren bewohnten Teilen herrscht ein ziemliches Gleichgewicht. Im Nordosten, Osten und Süden, also in den von Ruthenen, Rumänen, Serben und Kroaten bewohnten Landesteilen nimmt das weibliche Geschlecht bedeutend ab. Letztere Völker werden also einen grösseren Knabenüberschuss zeigen als erstere. Damit in Übereinstimmung steht, dass auch die Magyaren eine schwache Vermehrung zeigen. Bei diesen Völkern ist der Überschuss des männlichen Geschlechts allerdings nicht so gross wie bei den aussterbenden Rassen Australiens. Dennoch ist man berechtigt, einen hohen Knabenüberschuss unter den Geborenen als ein ungünstiges Zeichen für die Fortexistenz des Volkes anzusehen, wie überhaupt die Consequenzen der Theorie sehr weitgehende sind.

---

[1]) Die Gesetzmässigkeit im Gesellschaftsleben, pag. 134.

[2]) Schwicker, Statistik des Königreichs Ungarn, Stuttgart 1877, pag. 128. Citiert von Mayr, l. c. pag. 134.

Über die Epidermis des Hühnchens in der letzten Woche der Bebrütung.

Von

Prof. Dr. C. Frommann.

Ich habe kürzlich auf das Vorkommen von kernlosen Zellen in der Epidermis des Hühnchens vom 17.—19. Brütungstage aufmerksam gemacht[1]) und lasse den darüber gemachten Angaben einige weitere in Betreff der Lage und Beschaffenheit der Zellen folgen. Man findet dieselben sehr leicht, wenn man mit der Pinzette die dünne, durchscheinende oberste Epidermisschicht von den Schildern der Vorderseite des Laufs oder der Zehen abzieht; sie überziehen die äussere Fläche der Hornschicht und lassen sich von derselben sehr leicht abstreifen, so dass sie in Form kleinerer und grösserer Fetzen frei in der Zusatzflüssigkeit vortreten.

Nach der Beschaffenheit ihres Innern treten sie unter 2 Formen auf, als Körnerzellen und als Netzzellen, über welche ich die folgenden Angaben gemacht habe.

„Der Körper der Körnerzellen wird ganz oder zum bei Weitem grössten Theil eingenommen von runden oder ovalen, mitunter zu keulen- oder stäbchenförmigen Gebilden verlängerten oder zu derben knorrigen, wurst- oder rankenförmigen Strängen verschmolzenen Körnern. Dieselben hängen untereinander vielfach durch Fäden von wechselnder Feinheit zusammen, welche die zwischen ihnen, wie die zwischen den stäbchen- und strangförmigen Gebilden befindlichen schmalen und hellen Spalten durchsetzen. Hie und da bleiben aber zwischen den Körnern grössere, rund-

---

[1]) Untersuchungen über Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen thierischer und pflanzlicher Zellen. Jena 1884. S. 215. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften Bd. XVII.

liche oder ovale Lücken frei die bald nur dem Raum entsprechen, welchen 1—2 Körner einnehmen, bald grösser sind, Form und Grösse eines Kerns, aber nicht dessen Charaktere besitzen. Den grösseren wie den kleineren Lücken fehlt eine eigene Begrenzung ganz, sie entfalten blasse und feine Körnchen und Fäden die sich in die Spalten hinein erstrecken, welche die umschliessenden Körner von einander trennen und den Körnchen und Fäden gleichen, welche in der ganzen Ausdehnung der Zellen in diesen Spalten sichtbar sind. Die Körner werden durch nicht alaunhaltige, mit etwas Ammoniak versetzte Hämatoxylinlösung und durch Karmin dunkel gefärbt, die Lücken färben sich gar nicht oder es nehmen nur die in ihnen eingeschlossenen Körnchen und Fäden eine schwache Färbung an. Von einem Kern ist auch nach der Karmin- und Hämatoxylinbehandlung nichts wahrzunehmen.

Der Körper der Netzzellen wird in seiner ganzen Ausdehnung von weitmaschigen Netzen durchzogen, die bald überall ziemlich die gleiche Beschaffenheit darbieten, bald in dem Zellinnern weitere Maschen und derbere Septa besitzen als in der Peripherie. Ein Theil der Netzzellen schliesst weder einen Kern noch irgend auffallende Anhäufungen der die Netze bildenden Substanz ein, in anderen Zellen sind an Stelle der Knotenpunkte der Netzfäden hie und da Körner eingelagert und in grosser Häufigkeit finden sich Zellen, in welchen die Netzfäden von einem derben centralen Körper, seltener von einem Paar derselben ausstrahlen. Es sind derbe, knotige, strang-, sichel- oder halbmondförmige Gebilde die einen ziemlich starken Glanz besitzen und nach ihrer Form und Grösse, wie nach Art der Vertheilung der von ihnen abgehenden Fäden sich viel eher mit Kernkörperchen und mit verästelten Strängen aus dem Innern von Kernen als mit Kernen selbst vergleichen lassen. Beim Fehlen von Netzen sind in manchen Zellen nur kleine, unregelmässige gestaltete Knötchen im Zellinnern vertheilt, von denen Fäden ausgehen die sich in der sehr fein und blass granulirten Zellsubstanz verlieren; ein centraler strang- oder kernkörperchenartiger Körper kann gleichzeitig vorhanden sein oder fehlen.

Durch Hämatoxylin und Karmin (ebenso durch Safranin und durch Goldchlorid) werden die centralen Körper und die derberen Netzknotenpunkte dunkler gefärbt als die Netzfäden.

Auf Zusatz von Essigsäure ziehen sich, auch nach starker Verdünnung derselben, die Netzzellen stark zusammen, der Zellkörper bekommt unter Schwinden der Netze eine sehr feine,

blasse und gleichmässig dichte Granulirung und statt eines centralen homogenen, glänzenden Körpers tritt jetzt ein rundliches, ovales oder längliches, mitunter biskuitförmiges Klümpchen einer granulirten Substanz vor, deren Körnchen etwas derber und stärker brechend sind als die des Zellkörpers. Die Körnerzellen ziehen sich bei Einwirkung der Säure ebenfalls unter Änderung ihrer Form beträchtlich zusammen, die Körner verblassen und die ganze Zelle bekommt ein gleichmässig blass-, fein- und dichtkörniges Aussehen, ohne dass auch jetzt von einem Kern das Geringste zu sehen wäre."

Bei Flächenansichten erscheinen die Netz- und Körnerzellen als meist 5 oder 6 eckige Felder von sehr wechselnder Grösse. Die einzelnen Felder werden von einander getrennt, nicht durch Membranen, sondern durch meist derbe und glänzende, geradlinige oder etwas bogenförmig verlaufende Fasern, Grenzleisten, welche durch ihre Anastomosen die Felder einschliessen und in welche Bälkchen und Fäden des Zellinnern sich in wechselnder Zahl einsenken. Die Abgrenzung der Felder ist ziemlich häufig unvollständig, indem in den Grenzleisten kleinere und grössere Lücken auftreten, durch welche Fäden und Stränge von einer Zelle zur anderen ziehen und mitunter fehlt eine der Grenzleisten eines Feldes ganz. Bei Veränderung der Einstellung sieht man häufig Fäden über die Grenzleisten von einer Zelle zur anderen ziehen oder an Stelle der Leisten Körnchen vortreten, es wird ferner ziemlich häufig die Grenze der Felder durch 2 übereinander, aber nicht genau in derselben Vertikalebene liegende und mitunter durch schräg aufsteigende Fasern verbundene Leisten gebildet und somit können dieselben nicht der optische Durchschnitt von Membranen, sondern nur einzelne Fasern sein. Ausserdem ragen auch an den Rändern isolirter Lamellen die Grenzleisten mitunter als kurze Fadenstümpfe oder auch als längere Fasern frei vor, denen noch einzelne Körnchen und kurze Fädchen anhaften. Ausnahmsweise kommt es vor, dass benachbarte Felder an einer ihrer Seiten nicht durch eine einzige Leiste oder durch 2 übereinander liegende Leisten, sondern durch 2 in der Horizontalebene neben einander liegende parallele Leisten getrennt werden, die einen schmalen Raum zwischen sich frei lassen, welcher von den entsprechenden beiden anderen Nachbarfeldern nicht abgeschlossen ist, sondern mit seinen Fäden und Bälkchen sich continuirlich in dieselben fortsetzt. Es handelt sich demnach überhaupt nicht um Zellen die zu einer hautartigen Lamelle verbun-

den sind, sondern um eine continuirliche Schicht fädigen oder körnerhaltigen Plasmas, welche von einem sehr weitmaschigen Gitterwerk anastomosirender Fasern durchzogen und durch dasselbe in einzelne Felder abgetheilt wird, die nach Form und Grösse polygonalen Epithelien gleichen. Aber auch das zellenartige Aussehen geht an manchen Stellen verloren, wenn statt wohl abgegrenzter Felder sich nur isolirte Stränge finden, die nach verschiedenen Richtungen verlaufen und zwar mit den Fäden und Bälkchen in ihrer Umgebung, aber nicht untereinander zusammenhängen. Auch innerhalb der Felder finden sich vereinzelt den Grenzleisten ähnliche und ebenfalls mit den umgebenden fädigen Theilen zusammenhängende Stränge, die auch Farbstoffen gegenüber sich ähnlich verhalten wie die ersteren und wie die derberen Theile der Fadenwerke. Ausnahmsweise fehlte innerhalb der Körnerschicht streckenweise eine Felderung ganz.

Innerhalb der Fadenwerke einschliessenden Plasmaschichten ist häufig noch eine zweite, durch zum grossen Theil feinere, glatte Fasern bewirkte Felderung wahrzunehmen, die bald schon neben der eben besprochenen, bald erst beim Wechsel der Einstellung vortritt. In den durch die Stärke und den Glanz ihrer Grenzleisten zunächst in die Augen fallenden Feldern treten 3 strahlige Knotenpunkte glatter und zum Theil ebenfalls ziemlich glänzender Fasern und Fäden hervor und die letzteren lassen sich meist über die Grenzleisten hinweg in die Nachbarfelder verfolgen, in welchen sie an der Bildung ähnlicher Knotenpunkte sich betheiligen und dadurch ein zweites Gitterwerk von Feldern bilden, in welchem Lücken häufiger auftreten als in dem ersten. Die Knotenpunkte sind zum Theil nicht derber als die an ihrer Bildung betheiligten Fasern und statt der Knotenpunkte finden sich mitunter Anhäufungen von Körnchen, in welche die zutretenden Fasern auslaufen. Ziemlich häufig vereinigen sich nicht 3 Fasern in einem Knotenpunkt, sondern je 2 von entgegengesetzten Seiten in ein Feld eintretende und die beiden Knotenpunkte hängen dann durch eine kurze Verbindungsfaser zusammen.

Die Substanz zwischen den Körnern und in den Maschen der Fadenwerke bietet ein dicht, fein und blasskörniges Aussehen dar; bei Anwendung einer 1250fachen Vergrösserung zeigt sich, dass die Körnchen vielfach nur die Knotenpunkte äusserst feinfädiger und engmaschiger Netze oder anastomosirender, reiserförmig verzweigter Fädchen sind und an der Oberfläche der Felder

tritt hie und da eine durch sehr feine, parallele, dicht zusammengelagerte Fäden bewirkte Schraffirung hervor.

In den verschiedenen Thieren und Hautstellen entnommenen Präparaten enthielten die Felder bald nur Fadenwerke oder nur Körner, bald gingen körnerhaltige in solche mit Fadenwerken über oder es war eine körnerhaltige Plasmaschicht über eine nur Fadenwerke einschliessende gelagert oder umgekehrt. Im letzteren Fall war die Dicke der ganzen Schicht eine verhältnissmässig beträchtliche.

Beim Übergang in die Furchen zwischen den Schildern geht die verhornende Epidermis oft in eine Netz- oder Körnerschicht über, welche in die Furchen eindringt, beim Ablösen der Hornschicht in grösserer oder geringerer Ausdehnung mit ausgezogen wird und sich dann leicht auf die Innenfläche der letzteren umschlägt. Ist dies der Fall und hat sich gleichzeitig, wie es häufig vorkommt, die Netz- oder Körnerschicht von der Oberfläche der Hornschicht abgelöst, so scheint die letztere an ihrer Innenfläche und nur an derselben, von einer Schicht gefelderten Plasmas überzogen zu sein. Derartige Bilder haben mich vielleicht mit zu der Angabe veranlasst, dass sich die Körner- und Netzzellen in den tieferen Epidermisschichten finden, was jedenfalls nicht dem gewöhnlichen Verhalten bezüglich ihres Vorkommens entspricht.

An Durchschnitten lösen sich die Netz- oder Körnerschicht sehr leicht von der Hornplatte ab. Sie erscheinen in Form eines schmalen Bandes, welches durch fasrige, mehr oder weniger zahlreiche, schmälere und weitere Lücken aufweisende Kontouren begrenzt wird und dieselben Formelemente einschliesst, welche schon bei Flächenansichten vortreten. Innerhalb der Netzschicht sind neben ausgezackten Knoten und Knötchen und feineren Fadenreisern derbere Fäden und Bälkchen sichtbar, welche zum Theil den Kontouren parallel verlaufen, vorwiegend aber die ganze Schicht quer und schräg durchsetzen und mit den derberen, sie begrenzenden Fasern zusammenhängen, welche, zum Theil wenigstens, in der Schnittebene verlaufenden Grenzleisten entsprechen. Da die letzteren nicht die optischen Durchschnitte von Membranen bezeichnen, fehlt auch am Durchschnitt der Körner- und Netzschicht jede Abgrenzung derselben zu einzelnen zellenartigen Körpern. An sagittalen Durchschnitten durch die Schilder der Vorderfläche des Laufs und der Zehen zeigt sich, dass das Körner- und Netzplasma in die Furchen zwischen den dachziegelartig übereinander gelagerten Schildern eindringt, am Eingang in die Furchen nimmt

aber auch die unterliegende Hornschicht häufig die Beschaffenheit des Netz- oder Körnerplasmas an, so dass dasselbe im Bereiche der Duplikatur eine beträchtlichere Mächtigkeit erlangt. Innerhalb der Furchen am seitlichen und hinteren Umfange des Laufs und der Zehen behält dagegen die Hornschicht meist ihre Beschaffenheit und wenn sie in Netz- oder Körnerplasma übergeht, ist dies häufig nur auf der einen Seite der Furche und auch auf dieser nicht immer in ihrer ganzen Ausdehnung der Fall. Einige Male war eine Netzschicht bedeckt von einer schmalen, bandartigen, mattglänzenden Schicht fein- und dichtkörniger Substanz, so dass die Vermuthung nahe gelegt wurde, es möchte die Verhornung der oberflächlichsten Schicht des Netzplasma früher eingetreten sein als die der tiefer liegenden.

Die durchscheinenden, dünnen, leicht abzuziehenden Blättchen der Hornschicht bestehen aus einer fein- und dichtkörnigen Substanz, deren Körnchen bald blass und nur wenig stärker brechend sind als die Zwischensubstanz, bald bei grösserer Derbheit deutlicher vortreten und dann häufig eine bräunliche Färbung angenommen haben. Bei 1250facher Vergrösserung erscheinen auch hier die Körnchen vielfach als die Knotenpunkte von sehr engmaschigen Netzen. Statt der Körnchen finden sich häufig reiserförmig verzweigte, feinere und derbere, vielfach untereinander zusammenhängende und sehr dicht zusammenliegende Fäden. Die Grenzleisten der Felder sind blass, relativ breit, mitunter undeutlich körnig-kurzfädig und umschliessen die Felder häufig nur sehr unvollständig, indem die Fadenwerke an der einen oder anderen Seite eines Feldes sich ununterbrochen in die des Nachbarfeldes fortsetzen. Die Oberfläche der Hornschicht bietet ein gleichmässig feinkörniges oder überaus engmaschiges netzförmiges Aussehen dar, das auch an den Stellen keine Veränderung seiner Beschaffenheit erfährt, wo die unterliegenden Grenzleisten durchschimmern. Hie und da tritt eine feine, parallele, über mehrere der unterliegenden Felder sich erstreckende Fibrillirung hervor.

Blasse Kerne finden sich bald nur in wenigen Feldern, bald in der Mehrzahl derselben. Sie sind von der Zellsubstanz meist nicht scharf abgegrenzt und zeigen eine ähnliche Beschaffenheit ihrer Fadenwerke und Netze, nur ist das Gefüge derselben häufig ein noch dichteres als in der ersteren, so dass die Maschen äusserst eng werden. Manche Kerne sind ganz homogen und greifen dann öfter mit zackigen Fortsätzen in die Umgebungen aus, andere besitzen ein helles Innere mit blassen und feinen Stromatheilen. Wenn

eine deutliche Hülle vorhanden ist, besteht dieselbe aus ganz dicht gestellten Körnchen oder aus diesen und aus fädigen Theilen.

Die Beschaffenheit der Zellen der Hornschicht ist demnach im Wesentlichen die gleiche, wie nach Ablauf der Brütperiode, wie sie früher von mir geschildert worden ist [1]).

Untersucht man an Flächenbildern die Stellen, wo am Eingang in die Furchen die Felder des Netz- oder Körnerplasmas in solche der verhornenden Schicht übergehen, so zeigt sich, dass die Grenzleisten ihren Glanz und ihre scharfen Kontouren verlieren und sich zum Theil zu sehr dicht gestellten feinen Körnchen und sehr kurzen Fädchen sondern und dass auch an Stelle der Körner und der Gerüstbälkchen eine sehr feine, blasse und dichte Granulirung auftritt, welche ganz dieselbe Beschaffenheit wie in den Zellen der Hornschicht besitzt. Die Granulirung nimmt zunächst nur einen Theil des Feldes ein und lässt seine Mitte oder Theile seines Umfangs frei, ebenso sind es Anfangs nur einzelne der Grenzleisten, welche verblassen, während die übrigen noch ihren Glanz besitzen und in ihrer unmittelbaren Umgebung auch die Körner oder Gerüsttheile noch unverändert vorhanden sind oder statt derselben sich in der blassen, feinkörnigen Substanz noch derbere, glänzende Körnchen eingestreut finden. Auch in Feldern die bereits in ihrer ganzen Ausdehnung eine gleichmässig feinkörnige Beschaffenheit erlangt haben, sind häufig noch einzelne Bälkchen oder eine Anzahl Körner und glänzende Körnchen enthalten. In Körnerfeldern deren Inhalt bereits zum Theil fein- und blasskörnig geworden ist, trifft man ziemlich häufig Körner mit Vakuolen und solche deren Inhalt sich zu kleinen, dicht gestellten Körnchen gesondert hat. Der Übergang von Körner- und Netzfeldern in solche mit feinkörnigem Inhalt ist nicht immer ein allmähliger, der Art, dass an Körner- und Gerüstfelder solche stossen, in denen erst einzelne der Grenzleisten verblasst sind und der Zellinhalt nur theilweise feinkörnig geworden ist; es kommt auch vor, dass unmittelbar an noch ganz unveränderte Körner- und Netzfelder solche von gleichmässig fein- und dicht granulirter Beschaffenheit grenzen. Etwas derbere Fadenstrukturen, wie sie in den Feldern der Hornschicht sehr häufig vorhanden sind, fehlen in den Übergangsfeldern ganz. Es scheint die gleichmässig fein- und dichtkörnige (resp. netzförmige) Substanz, welche sich zunächst aus dem Körner- und Netzplasma

[1]) Zur Lehre von der Struktur der Zellen. Jenaische Zeitschrift für Naturwiss. Bd. XIV.

entwickelt, nachträglich weitere Veränderungen zu erfahren, die feinen Körnchen zu derberen und zu fädigen Bildungen, hie und da auch zu homogenen, derben, ausgezackten Knoten zu verschmelzen. Kerne treten bereits in den Übergangsfeldern auf, bald nur sehr vereinzelt, bald in einer grösseren Zahl der letzteren und nehmen, wie die umgebende körnige Substanz, eine blasse Karminfärbung bald an, bald nicht.

Körner- und Netzplasma wie Epidermiszellen zeigten die gleiche Beschaffenheit an frisch in Blutserum und auf dem erwärmten Objektträger untersuchten Präparaten, wie an solchen die in einer 5proc. Lösung von chromsauren Kali aufbewahrt worden waren.

Durch Alaun-Hämatoxylinlösung und durch Karmin werden in dem Körner- und Netzplasma die Grenzleisten, derberen Knoten und Stränge bald nur schwach, bald ziemlich dunkel (an gehärteten Präparaten) gefärbt, die Körner gar nicht, blass oder dunkel, während die feinkörnige Grundsubstanz immer nur eine schwache Färbung annimmt. Die Felder und Kerne der Hornschicht bleiben meist, auch nach 24 stündiger Einwirkung der Farbstoffe, ganz ungefärbt, nur entlang der Ränder und stellenweise an der Oberfläche werden die Grenzleisten oder auch ganze Felder blass gefärbt, deren Kerne bald die gleiche, bald eine etwas dunklere Färbung annehmen. Durch Eosin werden in dem Netz- und Körnerplasma die Leisten, Körner und Stromatheile lebhafter gefärbt als durch Karmin und Hämatoxylin.

Nach dem Mitgetheilten wird am 17.—19. Tage der Bebrütung die Hornschicht der Epidermis am Lauf und an den Zehen bedeckt von einer wechselnd mächtigen Lage kernlosen Plasmas, das entweder Fadengerüste, resp. Netze, oder Körner in einer sehr feinkörnigen, blassen Grundsubstanz enthält und von Fasergittern durchzogen wird, welche die letztere in eine grosse Zahl zellenartiger Felder abtheilen. Jedes Feld hängt mit den umgebenden Feldern theils durch die Grundsubstanz, theils durch Fäden, welche über die Grenzleisten hinwegziehen, continuirlich zusammen, ausserdem sind einzelne Felder unvollständig durch Leisten abgeschlossen und streckenweise kann eine Felderung überhaupt fehlen. Am Eingang in die Furchen zwischen den Schildern oder innerhalb der Furchen verliert häufig die Hornschicht ihre Beschaffenheit und geht in Körner- oder Netzplasma über. Es scheint somit, dass die Hornschicht überhaupt aus Netz- oder Körnerplasma, unter Zerfall der Körner und Mitome zu feinen, blassen und dicht gestellten Körnchen hervorgeht, während gleichzeitig in einem

Theil der Felder Kerne auftreten. Auch in der Hornschicht sind, wenigstens in der oberflächlichen, der Untersuchung leicht zugänglichen Lage, die Grenzleisten sind nicht der optische Ausdruck von Membranen, sondern entsprechen den breiter und zum Theil körnig gewordenen Grenzleisten der Plasmaschicht.

Etwas abweichende Verhältnisse fanden sich an den befiederten Hautabschnitten. Meist war hier statt gefelderten Plasmas eine Schicht kleiner, in blasse, feinkörnige Substanz eingebetteter Körner vorhanden, in welcher Kerne bald ganz fehlten, bald in wechselnder Zahl eingestreut waren und nur stellenweise fanden sich zu einem Gitter verbundene oder vereinzelt und regellos eingestreute Leisten. Die Kerne waren meist ziemlich klein und von etwas wechselnder Beschaffenheit. Manche sind hell, enthalten eine sehr blasse, undeutlich feinkörnig-fädige Substanz, werden aber von einer derberen, glänzenderen, körnig-fädigen Hülle umschlossen und machen auf den ersten Blick mehr den Eindruck von Lücken innerhalb der dichten Masse von Körnern; andere Kerne besitzen eine Hülle von ähnlicher Beschaffenheit, ihr Inneres ist aber nur in der Peripherie hell und die centralen Abschnitte werden eingenommen von einer rundlichen oder strangförmigen Anhäufung von ziemlich scharf umschriebenen Körnchen und Fäden. An der Epidermis der Ober- und Unterschenkel wechselten Abschnitte körnerhaltigen, nicht gefelderten Plasmas mit gefelderten Abschnitten, die bald Körner, bald Gerüste einschlossen. Zahlreiche, mitunter sämmtliche Felder enthielten hier kleine rundliche oder sehr schmale strangförmige Kerne mit zum Theil ziemlich scharf vortretenden Hüllen- und Stromatheilen. Ihrer Grösse und Form nach entsprachen die Kerne theils derberen Körnern, theils den strangförmigen Körpern, wie sie sich häufig im Innern der Felder mit Fadengerüsten finden. Ob es sich dabei wirklich um Kerne handelt oder um kernähnliche Bildungen von nur vorübergehendem Bestand, will ich ganz dahingestellt sein lassen und nur hervorheben, dass die Kerne in den Feldern der Hornschicht fast sämmtlich rund oder oval, nicht schmal und gestreckt, und ausserdem nicht unbeträchtlich grösser waren. In den Plasmafeldern des Laufs und der Zehen fehlten in fast allen Zellen auch solche kleine, von den Umgebungen deutlich abzugrenzende kernartige Gebilde, dagegen hatten in manchen Feldern derbere Körner und Stränge eine körnige Beschaffenheit erlangt, hingen aber mit den umgebenden unveränderten Stromatheilen noch durch Fäden und Bälkchen zusammen und erschienen desshalb zwar als

besonders beschaffene, aber doch als dem Gerüst zugehörige Bildungen.

Angaben über die Beschaffenheit der Epidermis aus der letzten Zeit der Bebrütung sind mir nicht bekannt. Die frühere Entwicklungstadien betreffenden Angaben stützen sich auf Beobachtungen, die bei Anwendung einer verhältnissmässig schwachen und zur Wahrnehmung der geschilderten Strukturverhältnisse ganz ungenügende Vergrösserung gemacht worden sind. Ich beschränke mich daher darauf, die folgenden Punkte hervorzuheben, die eine Vergleichung der gefundenen Strukturverhältnisse mit denen von früheren Entwicklungsstadien wünschenswerth erscheinen lassen.

In seinen Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere giebt Remak S. 95 an, dass schon nach Abschnürung des Medullarrohrs das Hornblatt „aus Zellen besteht, welche in ihrem Verhalten gegen Säuren und Alkalien, namentlich in der grossen Widerstandsfähigkeit ihrer Membranen und ihrer Kerne gegen Essigsäure, die Eigenthümlichkeiten von Oberhautzellen deutlich erkennen lassen.“ S. 97 fügt Remak hinzu, dass schon sehr früh im ganzen Bereiche des Hornblatts eine Differenzirung eintritt zwischen einer äusseren Zellschicht aus mehr abgeplatteten Zellen und einer tieferen (Malpighischen) Schicht, in welcher sich kleinere, mit verhältnissmässig grösseren Kernen versehene Zellen unterscheiden lassen. Da die Felder der Plasmaschicht kernlos sind oder nur sehr kleine kernähnliche Gebilde enthalten und sich ausserdem schon auf Zusatz sehr geringer Mengen von Essigsäure beträchtlich zusammenziehen, scheint es mindestens sehr unwahrscheinlich, dass Remak überhaupt eine solche Plasmaschicht vorgelegen hat.

Das Vorkommen kernloser Zellen im Ektoderm erwähnt Schenk[1]) bei Schilderung des Vorgangs bei Verschmelzung der Amnionfalten. Innerhalb der an der Vereinigungsstelle zurückgebliebenen Verdickung „bekommen die der Amnionflüssigkeit näherliegenden Zellen ein feinkörniges Protoplasma, in welchem der Kern zumeist fehlt. Das Schicksal der Zellen, welche die Verdickung ausmachen, ist noch nicht bekannt. Es scheint, als wenn sie im Liquor Amnii aufgehen und ihre Zerfallsprodukte bilden dann zum guten Theile manche Bestandtheile der Amniosflüssigkeit.“

[1]) Lehrbuch der vergleichenden Embryologie der Wirbelthiere. Wien 1874. S. 155.

Zur Lehre von der Bildung der Membran von Pflanzenzellen.

Von

Prof. Dr. C. Frommann.

Für den Nachweis der Bildung von Membranschichten aus Protoplasma erwiesen sich als günstige Objekte die Interzellularräume des Collenchyms der hypokotylen Stengelglieder von jungen Ricinuspflanzen. Die Töpfe, in welchen die Samen keimten, befanden sich auf dem in den Morgenstunden geheizten Ofen und die hypokotylen Glieder hatten, als sie zur Untersuchung benutzt wurden und ehe noch die Samenblätter entfaltet waren, eine Länge von 14—19 Cm. erreicht. In dem obersten, circa 1 Cm. langen, unmittelbar unter den Samenblättern befindlichen Abschnitt des hypokotylen Glieds waren bei 2 der untersuchten 4 Pflanzen die meisten Interzellularräume des Collenchyms noch protoplasmahaltig und liess sich der Übergang von unverändertem Protoplasma in solches, welches in bereits gebildeter Membransubstanz eingeschlossen war, mit genügender Deutlichkeit wahrnehmen.

An Querschnitten zeigen die meisten Interzellularräume eine 3 oder 4 eckige Gestalt, daneben kommen 5—7 eckige vor, welche sich als schmälere oder breitere Spalten zwischen benachbarten Zellen hinziehen und häufig an den Enden breiter sind als in ihren mittleren Abschnitten. Sehr häufig sind die Zellmembranen, soweit sie die Interzellularräume begrenzen, beträchtlich dicker als im Bereiche des übrigen Zellumfangs. Das in den Interzellularräumen enthaltene Protoplasma ist feinkörnig und fein- und kurzfädig, füllt die ersteren vollständig aus oder bildet wandständige, mehr oder minder mächtige Schichten und schliesst häufig einzelne Stärkekörner, kleine bräunliche Körner und mitunter auch kleine Chlorophyllkörper ein. Nach Behandlung mit

Jodtinktur, Hämatoxylin und Anilinfarben nimmt es die gleiche Färbung an, wie das in den Zellen befindliche. Dass diese Einschlüsse nicht eingeschwemmt sind, geht schon daraus hervor, dass manche kleinere und grössere Interzellularräume ganz dicht von denselben vollgepfropft sind und dass es häufig auch durch starkes Abpinseln des Präparats nicht gelingt, sie zu entfernen, ausserdem aber kann man die gleichen Theile auch innerhalb bereits neugebildeter, den Interzellularraum verengender Membransubstanz, wenn auch mit verringerter Deutlichkeit wahrnehmen. Achtet man auf die unmittelbare Umgebung der den Interzellularraum ausfüllenden Protoplasmamassen, so überzeugt man sich, dass in vielen Fällen der Übergang in die stark brechende Membran ein allmählicher ist, dass zunächst die geformten Theile von einer sehr schwach brechenden Substanz eingeschlossen werden, in derselben wie eingeschmolzen erscheinen und in demselben Grade undeutlicher und blasser vortreten als das Brechungsvermögen dieser Substanz zunimmt. Ebenso lässt sich auch in bereits ganz solid gewordenen Interzellularräumen häufig noch eine centrale, schwächer brechende Schicht nachweisen, in welcher die ursprünglich vorhandene körnig-kurzfädige Substanz noch hinlänglich deutlich unterschieden werden kann. Hat die ausfüllende Substanz überall die gleiche Dichte wie die Membranen erlangt, so lässt sie nur noch eine sehr feine und blasse Granulirung erkennen, wie sie auch die Membranen (mit Ausnahme einzelner Stellen mit deutlicher vortretenden Körnchen) darbieten, aber auch dann bleiben noch einzelne eingeschlossene Körner oder Chlorophyllkörper sichtbar. Die Solidifikation der Interzellularräume wird demnach eingeleitet durch das Auftreten und die zunehmende Verdichtung von Cellulose in den Lücken zwischen den Protoplasmakörnchen und Fäden und das Verschmelzen der solid gewordenen Abschnitte mit den Membranen der angrenzenden Zellen. An die bereits gebildeten, den Interzellularraum verengenden Membranschichten lagern sich neue an, so dass schliesslich vor der völligen Solidifikation, oder auch wenn eine solche überhaupt nicht zu Stande kommt, nur eine kleine, wenige Körnchen einschliessende Höhlung oder eine sehr schmale Spalte übrig bleibt. Im letzteren Fall kommt es mitunter zur Trennung der Spalte in 2 Räume, wenn die Wandungen zunächst in der Mitte der Spalte miteinander verschmelzen.

An Längsschnitten lässt sich der Übergang von unveränderten Protoplasmaschichten in solche, welche in neugebildeter

Membransubstanz eingeschlossen sind, in der gleichen Weise verfolgen wie an Querschnitten.

In den tieferen Abschnitten des hypokotylen Glieds waren die Interzellularräume zum grossen Theil schon ganz solid geworden oder es waren von der ursprünglichen Lichtung nur ganz kleine Lücken und Spalten übrig geblieben. Die Wandung anderer interzellularer Räume war dagegen in geringerem Grade verdickt und dieselben enthielten keine oder nur spärliche geformte Theile. Das gleiche Verhalten zeigten die Interzellularräume des Collenchyms der 2 anderen untersuchten Pflanzen auch im obersten Abschnitt des hypokotylen Glieds.

Entsprechende Beobachtungen wurden an den Wandungen der Zellen des Rindenparenchyms von 3—5 Cm. langen Hauptwurzeln junger Ricinuspflanzen gemacht. Die glatten, glänzenden Zellwandungen nehmen ziemlich häufig stellenweise, unter Verlust ihres Glanzes, eine fein- und dichtkörnige oder körnig-kurzfädige Beschaffenheit an und enthalten ausserdem Lücken von verschiedener Weite, die leer sind, oder in denen sich wechselnd dicht gestellte Körnchen oder diese und Fäden finden die ohne scharfe Grenze in die gleich beschaffenen des wandständigen Protoplasmas übergehen.

Es bestätigen somit diese Befunde die früher von mir in Betreff der Struktur der Membranen und ihrer Beziehungen zum Protoplasma in den Zellen und in den Interzellularräumen an anderen Objekten gemachten Beobachtungen [1]).

In den Sitzungsberichten der Dorpater Naturforscher-Gesellschaft vom September 1883 berichtet Prof. E. Russow über den von ihm an verschiedenen Objekten wahrgenommenen Zusammenhang der Protoplasmakörper benachbarter Zellen und bemerkt, dass er durch die Kritik Gardiner's meiner bezüglichen Beobachtungen, der er sich voll anschliesst, überhoben sei, auf die letzteren einzugehen.

Ich habe die von Gardiner erhobenen Einwände eingehend berücksichtigt [2]) und seine Behauptung zurückgewiesen, dass die von mir wahrgenommenen feinfädigen oder netzförmigen Strukturen der Membran, das Verschmelzen wandständiger Fäden

---

[1]) Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzellen. Jena 1880.

Untersuchungen über Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen thierischer und pflanzlicher Zellen. Jena 1884.

[2]) Untersuchungen über Struktur etc. S. 315 u. flgd.

und Stränge mit der Membran wie ihr Eindringen in dieselbe auf eine Einlagerung von Wachstheilen in die Membran zurückzuführen seien. Es wird ferner der von mir geführte Nachweis, dass Fäden wandständigen Plasmas durch Membranlücken von einer Zelle zur anderen ziehen, durch die negativen Befunde Gardiner's nicht entkräftet und die Nachprüfung, zu dem mich der Einwand Gardiner's bezüglich der Einlagerung von Wachs veranlasste, hat die Correktheit und Genauigkeit meiner früheren Angaben nur bestätigt und dieselben vervollständigt. Wenn nun spätere Untersucher durch Protoplasmafäden vermittelte Verbindungen zwischen benachbarten Zellen durch die Tüpfelmembranen hindurch nachgewiesen haben, so ändert dies an der Thatsache nicht das Geringste, dass von mir zuerst der Nachweis geliefert worden ist, dass Fäden und Netzstreifen vorhandene Membranlücken durchsetzen.

Ebenso muss ich mich dagegen verwahren, wenn Hillhouse[1]) sagt, dass ich einen Zusammenhang zwischen den Protoplasten benachbarter Zellen gesehen zu haben „glaubte", da ich mich überall nur mit thatsächlich wahrgenommenen Strukturverhältnissen beschäftigt habe.

---

[1]) Beobachtungen über den interzellularen Zusammenhang von Protoplasten, botan. Centralblatt 1883, Nr. 16/17.

Frommann'sche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.



